

Karri Kailajärvi

PYSÄKÖINTILAITOSTEN LATTIOIDEN PINTAKORJAUSMATERIAALIT JA -MENETELMÄT

Rakennetun ympäristön tiedekunta
Diplomityö
Toukokuu 2019

TIIVISTELMÄ

KARRI KAILAJÄRVI: Pysäköintilaitosten lattioiden pintakorjausmateriaalit ja -menetelmät

Tampereen yliopisto

Diplomityö, 97 sivua, 6 liitesivua

Toukokuu 2019

Rakennustekniikan diplomi-insinöörin tutkinto-ohjelma

Pääaine: Rakennesuunnittelu

Tarkastajat: Professori Matti Pentti ja TkT Arto Köliö

Avainsanat: pysäköintilaitos, lattia, pintamateriaali, korjaaminen

Pysäköintilaitosten liikennöityjen alueiden tasorakenteet ja lattiapinnat altistuvat useille ulkoisille rasisutestekijöille kuten klorideille sekä vedelle, mikä kylmissä tiloissa altistaa rakenteen pakkasrasitukselle. Lisäksi betonirakenteissa tapahtuu raudoitekorroosiolle altistavaa karbonatisoitumista ajan saatossa. Merkittävin pysäköintilaitosten lattioille ominainen vaurioitumistapa on liikenteen mekaanisesta kulutuksesta aiheutuva pinnan kuluminen, josta Suomessa erityisen raskasta tekee talviaikainen nastarenkaiden käyttö.

Pysäköintilaitoksessa lattiapinnan tehtävä on toimia sen alaisten rakenteiden suojana kulutusta ja ulkoisia rasisutestekijöitä vastaan. Tämän vuoksi lattiapinnalta vaaditaan riittävää tiiviyyttä ja kulutuskestävyyttä, jolloin pysäköintilaitosten kantavilla rakenteilla saavutetaan niiden suunniteltu käyttöikä. Lattioiden mekaanisesta kulumisesta johtuen, pintarakennetta on korjattava rakennuksen muita osia tiheämmällä syklillä erityisesti vilkkaasti liikennöidyissä julkisissa pysäköintitiloissa.

Diplomityössä kirjallisuustutkimuksessa tutkittiin pysäköintilaitoksen lattioilta vaadittavia laadullisia tekijöitä, ja selvitettiin pysäköintilaitosten lattiapintojen vaurioitumista sekä erilaisten vaurioiden korjausmenetelmiä ja -materiaaleja. Itse vaurioiden korjaustöiden ja niissä käytettävien materiaalien lisäksi kerättiin yhteen lattioiden korjaustarpeen selvittämisessä, korjausten suunnittelussa ja korjaustyön laadunvalvonnassa huomioitava asioita. Lisäksi tehtiin lyhyt katsaus pysäköintilaitosten ylläpidon tarpeisiin, jotta lattiarakenteiden kunto voitaisiin säilyttää riittävällä tasolla ylimääräisten raskaiden korjaushankkeiden välttämiseksi. Pysäköintilaitoksissa lattioissa tavattavien vaurioiden ja korjaustarpeiden aiheuttajien osalta pyrittiin myös työn tutkivalla osuudella vahvistamaan ja täydentämään aikaisempia käsityksiä.

Työssä toteutettiin laadullista tutkimusta tekemällä kysely Suomen Betonilattiyhdistys ry:n kautta mukaan saaduille yhteistyöyrityksille. Kyselyllä selvitettiin korjattuja pysäköintilaitoksia, niissä korjaustarpeen aiheuttaneita ongelmia, sekä käytettyjä korjaustapoja ja -materiaaleja. Diplomityön yhteydessä suoritettiin lisäksi pysäköintilaitosten katselmuksia pintamateriaalien toimivuuden ja kestävyysarvioimiseksi. Tehtyjen selvitysten tulokset nostivat esille mekaanisen kulumisen pysäköintilaitosten lattioiden suurimpana ongelmana. Erityisesti suurten kauppakeskusten korkean käyttöasteen pysäköintilaitat ovat ongelmallisia ja kovimmillakin pintaratkaisuuilla korjaustarve voi muodostua jo 1-2 vuoden kuluttua edellisestä korjauksesta.

ABSTRACT

KARRI KAILAJÄRVI: Repair techniques and materials of parking facility floors

Tampere University

Master of Science Thesis, 97 pages, 6 Appendix pages

May 2019

Master's Degree Programme in Civil Engineering

Major: Structural engineering

Examiner: Professor Matti Pentti and D.Sc. (Tech.) Arto Köliö

Keywords: parking facility, floors, surface material, repair

Plane structures and floors under vehicle traffic in parking garages are exposed to multiple deterioration mechanics such as carbonation and chlorides. In cold environment the water exposure of structures also increases possibility of frost weathering of concrete. In addition carbonation in concrete slowly enhance the risk of reinforcements' corrosion damage. The most significant factor damaging parking facilities' floors is mechanical wear caused by vehicle traffic. In Finland mechanical stress for floors is particularly heavy during winter when cars are equipped with studded tires.

The most important purpose of parking hall floors' surface is to protect the underneath structure against wearing and chemical stress. Therefore to maintain bearing structures in required condition for safe use of building the surface material on parking hall floor have to be dense and wear resistant against the mechanical stress.

In this master's thesis the qualitative properties required from parking facility floors, different types of damage and possible repair techniques were studied through literature research. In addition to materials possible to use in repairs master's thesis congregated essential matters for determining the need for repair, planning of repairs and implementation of quality control. There was also made a brief overview of arrangement that is needed to maintain parking garages floors and other structures in order between repair projects. Present conceptions of parking facility floors' damaging processes and factors causing the need of repair were confirmed and complemented with empirical study.

In master's thesis qualitative analysis was executed through questionnaire study. Survey about repaired parking facilities, factors causing need of repair, used repair methods and surface materials was conducted for a small number of companies that are members of Finland's concrete floor association BLY ry. In addition group of Finnish parking garages were examined through inspections to study the performance and durability of floors' surface materials. Results of studies showed that mechanical wearing seems to be the problem of parking hall floors. Parking garage floors in large shopping malls particularly are problematic because even the hardest surface materials could wear out one or two years after the repair.

ALKUSANAT

Tämä diplomityö on tehty osana työn päärahoittajan Sweco Rakennetekniikka Oy:n pysäköintilaitoksia käsittelevää opinnäytetyösarjaa. Työtä rahoittamassa ja ohjaamassa oli mukana myös Suomen Betonilattiayhdistys ry.

Ensinnä haluan kiittää Sweco Rakennetekniikka Oy:tä työn tekemisen mahdollistamisesta osana diplomi-insinöörin tutkintoani ja erityisesti yrityksessä työni ohjaajana toiminnutta diplomi-insinööri Kimmo Fabrinia. Kiitokset myös työn tarkastajille tohtori Arto Koliolle ja professori Matti Pentille, joka toimi diplomityön ohjaana Tampereen yliopistolta.

Suuret kiitokset Suomen Betonilattiayhdistys ry:lle, joka osaltaan oli mahdollistamassa työn tekemisen, ja sen kautta mukaan tulleille yhteistyöyrityksille, joilta saatiin tätä selvitystyötä varten tärkeää tietoa aihepiiriin liittyen. Erityiskiitokset myös diplomi-insinööri Martti Matsiselle, joka toimi Betonilattiayhdistykseltä työn ohjaajana.

Lopuksi haluan kiittää Marjaa tuesta kotona, kun päivät töiden ja opintojen parissa ovat venyneet pitkiksi. Kiitokset myös muulle perheelle ja ystäville, jotka ovat kannustaneet ja keventäneet tunnelmaa arjen kiireiden keskellä.

Tampereella 17.5.2019

Karri Kailajärvi

SISÄLLYSLUETTELO

1.	JOHDANTO	1
1.1	Tutkimuksen rajaukset	1
1.2	Tutkimuksen tavoitteet	2
1.3	Tutkimuksen suoritus	2
2.	PYSÄKÖINTILAITOKSET SUOMESSA	4
2.1	Pysäköintilaitosten rakenteet yleisesti	4
2.1.1	Alapohjarakenteet	5
2.1.2	Välipohjarakenteet	7
2.2	Pintarakenteiden ongelmat ja korjaustarve	7
3.	PYSÄKÖINTILAITOKSISSA KÄYTETYT LATTIAMATERIAALIT	11
3.1	Tavanomaiset betonipinnat	11
3.2	Silikaattikäsitelty betoni	12
3.3	Pinnoitteet	13
3.4	Sirotteet	14
3.5	Kovabetoni	16
4.	PYSÄKÖINTILAITOSTEN LATTIOIDEN RASITUSOLOSUHTEET JA VAATIMUKSET	17
4.1	Käyttöikä	19
4.2	Suoruus ja tasaisuus	20
4.3	Kulutuskestävyys	21
4.4	Halkeilu	25
4.5	Säänkestävyys	27
4.6	Kemiallisen rasituksen kestävyys	28
4.7	Palonkestävyys	30
4.8	Muut ominaisuudet	32
5.	KORJAUSTAVAT JA KORJAUSTEN SUUNNITTELU	34
5.1	Paikka- ja halkeamakorjaukset	34
5.1.1	Lattiapinnan paikkaaminen	35
5.1.2	Halkeamien korjaaminen	37
5.2	Saumakorjaukset	38
5.3	Silikaattikäsitely	39
5.4	Pinnoitekorjaukset	40
5.5	Kovabetonipinta	41
5.6	Lattioiden pintakorjauksen suunnittelua edeltävät vaiheet	43
5.6.1	Korjaustarpeen arviointi	44
5.6.2	Kuntotutkimukset	46
5.6.3	Yläpinnan vaurioiden vaikutukset erilaisissa rakenteissa	48
5.7	Korjaussuunnittelu	49
5.7.1	Pienialaiset korjaukset	51
5.7.2	Pintarakenteen uusivat ratkaisut	52

6.	YHTEISTYÖYRITYKSILLE TEHTY KYSELY	56
7.	PINTAMATERIAALIEN TOIMIVUUS JA KUNTO KATSELMOIDUISSA KOHTEISSA.....	61
7.1	Kohde 1	61
7.2	Kohde 2	63
7.3	Kohde 3	65
7.4	Kohde 4	67
7.5	Kohde 5	70
7.6	Kohde 6	72
7.7	Kohde 7	73
7.8	Yhteenveto havainnoista	75
8.	KORJAUSTYÖN LAADUNVARMISTUS	82
8.1	Laadunvarmistus suunnittelussa	82
8.2	Työnaikainen laadunvarmistus	84
9.	KÄYTÖNAIKAINEN SEURANTA JA YLLÄPITO	86
10.	YHTEENVETO	89
	LÄHTEET	93
	LIITE A	
	LIITE B	

KUVALUETTELO

Kuva 1.	<i>Ajoneuvoliikenteen aiheuttama kulumisura pysäköintilaitoksen sisäänajorampilla.....</i>	<i>9</i>
Kuva 2.	<i>Laatan murtuminen sauman vierestä.....</i>	<i>9</i>
Kuva 3.	<i>Sirotepinnan irtoaminen alusbetonista</i>	<i>15</i>
Kuva 4.	<i>Pysäköintirakennuksen betonirakenteiden rasitusluokat [8, s. 62]</i>	<i>18</i>
Kuva 5.	<i>Pysäköintirakennuksen tason kulutusrasitusalueet [8, s. 64].....</i>	<i>24</i>
Kuva 6.	<i>Pysäköintilaitosten lattiapintojen korjausten laajuus ja ajoitus.....</i>	<i>50</i>
Kuva 7.	<i>Lattioiden vanhat pintamateriaalit pysäköintilaitosten eri osissa.....</i>	<i>57</i>
Kuva 8.	<i>Lattioiden korjauksissa käytetyt pintamateriaalit pysäköintilaitosten eri osissa.....</i>	<i>58</i>
Kuva 9.	<i>Lattian korjaustarpeen aiheuttajat.....</i>	<i>59</i>
Kuva 10.	<i>Ajouriin muodostuneet kuopat puomin edustalla</i>	<i>78</i>
Kuva 11.	<i>Sementti-injektoitu halkeama sirotepintaissa betonilattiassa</i>	<i>79</i>
Kuva 12.	<i>Nastarenkaiden kääntymisen aiheuttamia raapimisjälkiä sementtipolymeeripinnoitteessa</i>	<i>80</i>
Kuva 13.	<i>Pölyä ja irtoroskaa pysäköintilaitoksen lattialla.....</i>	<i>87</i>
Kuva 14.	<i>Sepeliä ja hiekkaa keväisellä uloskäyntirampilla.....</i>	<i>88</i>

LYHENTEET JA MERKINNÄT

BLY	Suomen betonilattaiyhdistys ry
CE-hyväksyntä	ransk. Conformité Européenne, merkintä, jolla valmistaja vakuuttaa tuotteen EU-direktiivien sille asettamat vaatimukset
TraFi	Liikenteen turvallisuusvirasto
VTT	Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy
SFS-EN	Suomen standardisoimisliitto SFS ry:n julkaisema eurooppalainen standardi

1. JOHDANTO

Pysäköintilaitokset ovat omanlaisensa rakennustyyppi, jonka rakenteisiin kohdistuu Suomen olosuhteissa monta eri rasitustekijää. Pysäköintilaitoksia on rakennettu muutaman vuosikymmenen kuluessa huomattava määrä ja lisää rakennetaan muun muassa uusien kauppakeskusten sekä kaupunkien keskusta-alueiden asuinrakennusten yhteyteen. Tämän tyyppisten kohteiden määrällisen lisääntymisen seurauksena ja niiden ikääntyessä myös kyseenomaisten tyyppirakennusten korjaustarve kasvaa.

Rakennustyyppin tasorakenteilla ominaista ovat rasitusolosuhteet, joissa liikennöintialueiden pintarakenteeseen kohdistuu huomattavan suuri mekaaninen rasitus. Yhtymäkohtia muihin betonilattioihin on löydettävissä, mutta pysäköintilaitoksissa suurimpana lisänä on nastarenkaiden aiheuttama mekaaninen rasitus.

Kuten teollisuusrakennusten lattioilla, myös pysäköintilaitosten liikennöintialueilla on taloudellinen merkitys rakennuksen käyttöä ajatellen, jolloin on tärkeää että ne ovat käytettävyydeltään ja rakenteellisilta ominaisuuksiltaan käytön tarpeita vastaavia. Lattiat eivät myöskään voi olla pitkiä ajanjaksoja käyttämättä. Tämän vuoksi korjaustöissä on otettava myös huomioon korjaustyön vaikutus rakennuksen käytön jatkuvuuteen.

Pintarakenteiden korjaaminen pysäköintilaitoksissa on lisääntyvä työllistäjä, eikä tämän tyyppisistä toimenpiteistä Suomen olosuhteissa ole tehty vielä laajoja julkaisuja tai ohjeistuksia. Perusajatuksena on koota tähän diplomityöhön oleellisia asioita juuri näiden rakenteiden korjaamista ajatellen.

1.1 Tutkimuksen rajaukset

Tämä diplomityö painottuu käsittelemään liikennöintialueiden pintarakenteiden vaurioita sekä niiden korjaamista ja korjaustöissä käytettäviä materiaalityyppejä. Työssä sivutaan kantavien rakenteiden korjaamista ottamalla huomioon pintarakenteen vaurioiden ja korjausten vaikutus muuhun rakenteeseen.

Tutkimus rajataan käsittelemään lähinnä korjaustöiden suunnittelua sekä toteutusta teknisesti. Työssä sivutaan rakennustöitä korjaustapojen työkuvausten sekä työn laadunvalvonnan osalta, mutta korjaustöiden kustannuksien suhteen tässä työssä ei tehdä tarkastelua. Suunnittelun ja teknisen toteutuksen lisäksi perehdytään suunnittelua edeltäviin toimenpiteisiin eli korjaustarpeen selvittämiseen ja kuntotutkimuksiin sekä korjauksen valmistumisen jälkeiseen rakennusten ja lattioiden käyttämiseen liittyviin asioihin.

1.2 Tutkimuksen tavoitteet

Betonilattioiden suunnitteluun ja toteutukseen yleisesti on olemassa kattavasti suomenkielistä kirjallisuutta, mutta yksinomaan pysäköintilaitosten lattiapintoja ja erityisesti niiden korjaamista käsitteleviä julkaisuja ei ole aikaisemmin tässä laajuudessa tehty. Tämän diplomityön tavoitteena on koota tietoa pysäköintilaitosten lattioiden pintarakenteen korjaamiseen käytettävistä materiaaleista ja menetelmistä, sekä suunnittelijan ja työmaan laadunvarmistuksen kannalta oleelliset asiat. Työhön on pyritty kokoamaan juuri pysäköintilaitosten lattioihin kohdistuvat erityiset vaurioitumistavat ja korjaussuunnittelussa huomioitavat asiat.

Diplomityössä tarkoituksena on keskittyä juuri pysäköintilaitosten ajoneuvoliikenteen raskaiden pintarakenteiden korjaamisen kannalta oleellisiin korjaustapavaihtoehtoihin, sekä näissä toimenpiteissä käytettäviin tuoteryhmiin. Tavoitteena on tuoda esille vaurioituvista ja laajuudesta riippuvien korjaustapavaihtoehtojen lisäksi myös lattioiden korjaussuunnittelun toteuttamiseksi tarvittavien esiselvitysten toimintatapoja.

Selvityksessä summataan itse suunnittelutyön lisäksi yleisiä asioita pysäköintilaitosten lattiakorjaushankkeen laadun toteutumiseen vaikuttavista asioista ja niiden huomioimisesta suunnittelussa sekä työmaalla. Työssä haetaan näkökulmaa myös siihen, millaista kiinteistön ylläpidon tulisi olla, jotta lattiapintojen kunto saataisiin pidettyä sillä tasolla, että ne täyttävät kaikki niiltä vaaditut ominaisuudet.

1.3 Tutkimuksen suoritus

Tässä diplomityössä perehdytään pysäköintilaitosten lattioiden vaurioitumiseen ja korjaustarpeeseen kirjallisuuden ja aiheeseen liittyvien artikkeleiden pohjalta, sekä aikaisempien opinnäytetöiden kautta. Diplomityössä käydään läpi kirjallisuuden pohjalta pysäköintilaitosten lattiapinnoille asetettuja vaatimuksia ja käydään läpi kyseenomaisiin rakennuksiin soveltuvia lattiamateriaaleja ja lattioiden eriasteisia korjauksia.

Diplomityön tutkiva osuus suoritetaan työn ohjauksessa mukana olleen Suomen betoni-
lattiayhdistys BLY ry:n kautta diplomityöprojektiin mukaan tullee yhteistyöyrityksille suunnatulla kyselyllä. Tutkimusta toteutettiin myös suomalaisten pysäköintilaitosten kohdekäyntien ja katselmusten kautta. Yhteistyöyrityksiltä saadun informaation ja kohteiden katselmuksissa tehtyjen havaintojen pohjalta saatua tietoa vertaillaan aiemman aiheen käsittelevän kirjallisuuden antamaan kuvaan kyseenomaisten rakennusten lattioiden ongelmista. Lisäksi kohdekäynneillä pyritään havainnoimaan ja rakentamaan kuvaa nykyisellään käytössä olevien korjaustapojen kestävyyydestä sekä lattiamateriaalien toiminnasta käytännössä. Materiaalien toimivuuden lisäksi kohdekäynneillä saadun tiedon pohjalta pohditaan, millaisilla toimilla lattiapintojen kunnan ylläpitoa pysäköintilaitoksissa voitaisiin tehostaa.

Tämän diplomityöprojektin toteuttamiseen osallistuivat Suomen Betonilattiayhdistys ry:n jäsenliikkeistä Bermanto Oy, Finnsementti Oy, Lindec Suomi Oy, Lujabetoni Oy, Master Chemicals Oy, Ruskon Betoni Oy, Suomen Akryylipinnoite Oy, Suomen Betonilattiat Oy ja TKR Marketing Oy, joilta kyselyssä saadun aineiston lisäksi saatiin muun muassa materiaalia eri korjaustapojen työvaihekuviin.

2. PYSÄKÖINTILAITOKSET SUOMESSA

Pysäköintilaitokseksi kutsutaan rakennusta, sen osaa tai merkittyä aluetta, joka on rakennettu tai varustettu ajoneuvojen pysäköintiä varten. Mikäli rakennus on pääasiallisesti tarkoitettu ajoneuvojen pysäköintiä varten, voidaan sitä kutsua pysäköintitaloksi. [1, s. 1] Pysäköintilaitos käsitteenä pitää siis sisällään myös tavalliset maantasopysäköintiin tarkoitetut parkkipaikat.

Maantasoon rakennettavien parkkipaikkojen lisäksi pysäköintiratkaisut voidaan toteuttaa yhdessä pääasialliselta käyttötarkoitukseltaan muuhun toimintaan suunnitellun rakennuksen yhteyteen tai päätarkoituksena pysäköintikäyttöön tarkoitettuna rakennuksena. Pysäköintilaitos voi sijaita monikerroksissa rakennuksissa maantason yläpuolisissa kerroksissa tai rakennuksen katolla. Paikointus voidaan järjestää myös maan alle sijoittamalla pysäköintilaitos rakennuksen kellarikerrokseen, pihakannen alle tai kallioluolaan. [2, s. 12]

Pysäköintilaitoksilla voidaan lisätä henkilöautojen pysäköintikapasiteettia alueilla, joissa tilaa on käytettävissä rajallisesti ja tilankäytön on oltava mahdollisimman tehokasta. Siirtämällä pysäköintitilat tarkoituksenmukaisiin monikerroksisiin pysäköintilaitoksiin tai maan alle, voidaan myös säästää tilaa esimerkiksi kaupunkien keskustoissa muuhun käyttöön.

2.1 Pysäköintilaitosten rakenteet yleisesti

Pysäköintirakennus voi olla rakennusvaipaltaan umpinainen, jolloin pysäköintitilasta on mahdollista tehdä lämmin. Umpinaisten ratkaisujen lisäksi pysäköintilaitoksia toteutetaan avoimella ratkaisulla, joissa ulkoilmaan rajoittuvista seinistä vähintään 30 % on avointa ja aukkojen pinta-ala on vähintään 10 % kunkin tason lattiapinta-alasta, jolloin ilmanvaihdon voidaan katsoa tapahtuvan vapaan tuulettumisen myötä [3, s. 32].

Suomessa pysäköintitaloissa on yleisimmin paikallavaluna tehty betonirakenteinen runko. Paikallavalurunko koostuu pilarilaatta- tai pilaripalkkirakenteesta, joissa kantavat palkit ja laatat on jälkijännitetty tartunnattomilla jänneteräksillä. [1, s. 13]

Paikallavaluna toteutetuissa pysäköintirakennuksissa on yleensä pilareista koostuva kantava pystyrakenne, jota käytettäessä rakenne jäykistetään mastopilareilla, ristikoilla tai jäykistävillä seinillä. Vaakarakenteena on lyhyiden jänneväliden rakenteissa tasapaksu betonilaatta ja yli 10 metrin jänneväleillä palkkikaistoin vahvennettu laatta. [4, s. 110-111]

Lämpötilan muutoksista aiheutuvien muodonmuutosten vuoksi välipohjatasot jaetaan liikuntasaumoilla osiin, joiden saumavälin tulisi olla suurimmillaan 40 metriä. Liikuntasaumat voidaan toteuttaa avoimina, jolloin sauman alapuolelle asennetaan vesikouru ja saumaan jäävät laatan reunat on vesieristetty. Avoimen ratkaisun lisäksi liikuntasaumoissa käytetään näihin kohtiin erityisesti suunniteltuja liikuntasaumalaitteita, joissa laatan reunaan kiinnitettävien metallilistojen välissä on vedenpitävä ja joustava kuminen tiivisteosa. [4, s. 114-115]

Liikennöintialueiden tasorakenteet kastuvat esimerkiksi sulamis-, sade-, ja pesuvesistä. Pysäköintitaloissa pinnoille jäävä vesi ei saa jäädä seisomaan vaan rakennuksissa on oltava toimiva vedenpoistojärjestelmä. Tasojen kaatojen tulisi olla 2 % ja kaatojen tulisi kaataa poispäin laatan reunoista, pilareista ja seinistä. Lattiakaivojen tulisi olla alle 15 metriä kaadon harjalta ja niitä tulisi sijoittaa tasoon noin 10 metrin välein. [4, s. 115]

Paikallavalurungon lisäksi betonirakenteinen pysäköintirakennus voidaan rakentaa betonielementeistä. Elementtirungossa välipohjarakenteen kantava osa toteutetaan valmiselementeillä kuten ontelolaatoilla, joiden muodostama taso suojataan vesitiiviillä pintavallalla. [1, s. 13]

Betonisten rakenteiden lisäksi pysäköintitalon kantava runko voidaan tehdä teräksestä tai sekarakenteena. Terästä käytettäessä rakenteet ovat yleensä liittorakenteita, joissa välipohjatasoa kannattelevat palkit ovat liittopalkkeja ja tasot poimulevyn päälle valettuja liittolaattoja. [1, s. 13]

Pysäköintitaloissa ajoneuvolla tasolta toiselle kulkemiseen käytetään ramppeja, jotka voivat olla suoria tai kierteisiä. Ramppiratkaisu voidaan myös toteuttaa kaltevilla pysäköintitasoilla, mikä poistaa erillisten ramppien tarpeen. Pysäköintilaitoksen kantavat tasorakenteet voidaan toteuttaa ilman erillistä pintarakennetta tai tasojen lattioiden pintamateriaalina voidaan käyttää tiivistä betonia tai muuta erikseen hyväksyttyä pinnoitetta. [1, s. 7, 13]

2.1.1 Alapohjarakenteet

Pysäköintilaitosten alapohjarakenteet voidaan toteuttaa muiden betonilattioiden tavoin joko maanvaraisena betonilaattana tai paalulaattana. Käytettävä alapohjatyypin määräytyy rakennuspaikasta ja pohjamaan kantavuudesta. [5, s. 10-11]

Maanvarainen betonilaatta on mahdollinen kohteissa, joissa maapohjan kantokyky on riittävän suuri. Maapohjan kantavuuden ja käytettävien pohjarakenteiden määrittäminen tekee pohjarakennesuunnittelija, jonka suunnitelmien perusteella tehdään itse laatan suunnittelu. Maanvarainen betonilaatta valetaan joko maata vasten tai sen alle asennetaan läm-

möneriste, jonka päälle valu toteutetaan. Joissain tapauksissa voidaan myös lisätä tiivistetty täytekerros valun päälle, jotta eristeelle pistekuormasta eristeeseen aiheutuvaa painetta saadaan pienennettyä. [5, s. 10]

Kohteissa, joissa maaperän kantokyky ei ole riittävä maanvaraisen alapohjarakenteen toteuttamista ajatellen, voidaan käyttää paalulaattaa. Tällöin maata vasten valettavan laatan alle jäävään maahan asennetaan paalut, joiden avulla laatan kuormat siirtyvät kantavaan pohjaan. Yleisesti paalulaattojen mitoituksessa ei huomioida olleenkaan maaperän kantokykyä, vaan laatta mitoitetaan kantamaan ainoastaan paalujen varaan. Tavanomaisissa kohteissa paalulaattojen paksuudet vaihtelevat välillä 200...400 mm ja paalujako on kolmen ja neljän metrin välillä. [5, s. 11, 132]

Molempien tyyppisissä alapohjalaatoissa on käytetty perinteisesti tanko- ja verkko-raudoitteita. Maanvaraisia betonilaattoja voidaan tehdä myös jännitettyinä rakenteina tartunnattomia jänteitä hyödyntämällä, mutta tämän tyyppiset alapohjarakenteet ovat Suomessa harvemmin käytettyjä. Alle 120 mm paksuiset maanvaraiset laatat on monesti raudoitettu keskeisesti, mutta tätä paksummat ja raskaasti kuormitetut laatat raudoitetaan sekä ylä- että alapinnasta. [5, s. 11,81, 92-93]

Teräsbetonin ja jännitettyjen ratkaisujen lisäksi kolmantena rakenteellisenä vaihtoehtona on teräskuiduilla raudoitettu betonilaatta. Teräskuituihin perustuvassa raudoituksessa betonista pyritään saamaan lujuusominaisuuksiltaan koko rakenteen osalta sitkeämpää ainetta [5, s. 11]. Betonimassaan tasaisesti sekoitettavat, päistään taivutetut teräslangat välittävät vetojännityksiä halkeamien yli betonin murtuessa ja tällöin lisäävät betonin vetolujuutta kauttaaltaan [6, s. 11].

Etuna perinteiseen tankoraidoitukseen verrattuna kuitubetonilla on sen parempi kutistumishalkeilun hallinta ja raudoitusten asennustyön poistuminen suurilta osin. Kokonaisuudessaan tankoraidoitettun laatan sitkeys on kuitenkin kuituraudoitettua laattaa suurempi, minkä vuoksi kuitubetonia on Suomessa toistaiseksi käytetty lähinnä maanvaraisissa rakenteissa, joissa ei ole sortumavaaraa. [7]

Kuitubetonin suurimpien etujen voidaan katsoa löytyvän työteknisestä näkökulmasta, sillä betonimassan sekaan pumpattava teräskuitu poistaa huomattavan määrän raudoitteiden asentamisesta aiheutuvasta työstä. Kuitubetonisilla laatoillakaan ei kuitenkaan täysin päästä eroon raudoitustöistä, sillä yleensä myös kuitubetonissa käytetään tankoraidoituksia laatan reunoilla halkeilun estämiseen [6, s. 27].

Kuitubetonin potentiaalista löytyy näyttöä muualta Euroopasta, missä sitä on käytetty myös kantavissa rakenteissa. Raudoitustavan käytöstä kotimaisissa kohteissa saadut kokemukset ovat kuitenkin vuosien varrella vaihdelleet huomattavasti. Laatupoikkeamien sekä suunnitteluohjeiden puutteellisuuden seurauksena myös kuitujen käytön lisääntymi-

nen ja teknologian kehittyminen Suomessa on ollut hidasta. [7] Suurten laadullisten poikkeavuuksien perusteella kuitubetonin käytön voidaankin katsoa vaativan erityistä osaamista ja huolellisuutta, niin suunnittelun kuin toteutuksen puolesta.

2.1.2 Välipohjarakenteet

Pysäköintilaitoksien välipohjarakenteet voivat olla toteutettu valmisosina tuotetuilla elementeillä tai paikallavalurakenteina. Pysäköintilaitoksissa yleisesti käytetyissä paikallavalurakenteissa pyritään toteuttamaan koko rakenne yhdellä valulla, jolloin erillistä pintavalua ei yleensä tehdä ja kantava laatta muodostaa koko välipohjan. Sen sijaan elementtirakenteisissa välipohjissa kantavan rakenteen päälle tehdään aina erillinen pintabetonilattia. [5, s. 11, 14]

Tavallisesti pintabetonilattiat elementtivälipohjien päällä ovat alustaan kiinnitettyjä valuja, joita ei ole kuitenkaan rakenteellisesti mitoitettu toimimaan liittorakenteena elementtien kanssa. Alle 30 mm paksuiset pintavalut ovat yleensä rakenteellisesti mahdottomia toteuttaa, minkä vuoksi ohuet pintabetonilattiat ovat tavallisesti paksuudeltaan vähintään 40 mm ja ne voidaan toteuttaa raudoittamattomina jopa 80 mm paksuuteen asti. Yli 60 mm paksuilla pintalaatoilla laatan yläpintaan on kuitenkin suositeltavaa tehdä raudoitus, sillä kiinnitettyjen pintalaattojen suurin ongelma on niiden taipumus halkeiluun alustan jatkuvasta tartunnasta johtuen. Tavanomaisten tanko- ja verkkoraudoitteiden lisäksi on pintalaatoissa mahdollista käyttää myös kuituraudoitusta. Oikein toteutettuna kyseisen raudoitusmenetelmän etu on, että sillä voidaan tehokkaasti hallita pintalaatan kutistumishalkeilua. [5, s. 12, 130]

Pysäköintilaitoksissa paljon käytetty välipohjatyyppeä on paikallavalettu välipohjalaatta, joka on jälkijännitetty tartunnattomia jänteitä hyödyntämällä. Jänneteräkset on asennettu korroosiolta suojaavalla ja kitkaa pienentävällä rasvalla täytetyn muovikuoren sisään. Jännevoimilla pyritään saamaan laatan poikkileikkauksen puristetusta alueesta suurempi kuin tavanomaisilla raudoitteilla, jolloin voidaan hyödyntää betonille ominaista puristuskestävyyttä tehokkaammin. Jänneterästen lisäksi jännitetyissä rakenteissa käytetään myös pienissä määrin tavanomaisia tankoraudoitteita. [5, s. 81, 111] Ilman pintalaattaa toteutetuissa paikallavaluvälipohjissa on myös huomioitava kulumisen vaikutus kantavaan rakenteeseen mitoittamalla rakenteeseen kulumisvaraa. [8, s. 65]

2.2 Pintarakenteiden ongelmat ja korjaustarve

Suomessa pysäköintilaitoksien liikennealueiden pintamateriaalit kuluvat huomattavan nopeasti johtuen nastarenkaiden käytön aiheuttamasta suuresta mekaanisesta kulutusrasituksesta. Rakennustyyppin tasorakenteiden rasitustekijät ovat pitkälti käytöstä johtuvia ja niiden aiheuttamat vauriot väistämättömiä. Virheelliset rakenneratkaisut ja betonin riittä-

mättömät säilyvyysominaisuudet ovat kuitenkin tyypillisiä taustatekijöitä pysäköintirakennusten säilyvyysvaurioissa [4, s. 108]. Puutteellinen suunnittelu ja toteutus voivat näin ollen lisätä rasitustekijöiden vaikutusta, jolloin kuluminen ja vaurioituminen tehostuvat.

Lisähaasteen lattioiden suunnittelulle aiheuttavat säälle alttiit rakenteet, joilla eri rasitustekijöihin vastaaminen voi johtaa ristiriitoihin kaikkien rakenteelta haluttujen ominaisuuksien saavuttamisessa. Pakkasrasitukselle alttiilla betonirakenteilla vaaditaan yleisesti lisähuokostusta, jolla suojataan betonirakennetta sen sisältämän veden jäätymisen aiheuttamilta sisäisiltä vaurioilta. Huokostuksessa on kuitenkin haittapuolensa mekaanisesti rasitetulla lattiapinnalla, sillä prosentin lisäys betonin ilmamäärään laskee noin viisi prosenttia betonin puristuslujuutta, ja tällöin myös betonin kulutuskestävyys laskee. Erityisen ongelman lattian huokostus tuo muun muassa lattian kulutuskestävyyttä parantavien sirotteiden käyttöön, joilla tartunta alusbetoniin saattaa jäädä heikoksi betonin sisältämän liiallisen ilmamäärän vuoksi. [9, s. 8-9]

Karoliina Koskipään opinnäytetyönä tekemässä pysäköintilaitosten korjaustarveselvityksessä ilmeni, että lattiapintojen kuluminen on huomattava ja yleisesti esiintyvä ongelma myös uudemmissa pysäköintilaitoksissa, ja että havaitut ongelmat ovat ilmenneet hyvin pian käytön alkamisen jälkeen. Suurimmat kumat muodostuvat ajoväylille ja rampeille, joissa tapahtuu paljon kiihdytyksiä ja jarrutuksia. Tasaisten kulumisurien muodostumisen lisäksi pinnoitetuilla tasoilla voi esiintyä pinnoitteen paikoittaista irtoamista. [10, s. 16, 35]

Koskipää tuo opinnäytetyössään esille, että tasorakenteiden pintakorjauksia on tehty monelle kohteelle ja liikennöintialueiden pintoja on korjattu sekä paikkaus- että pinnoituskorjauksilla. Haastattelututkimuksen perusteella paikallisten pinnoitekorjausten käyttöäksi arvioitiin 5-10 vuotta kohteesta riippuen. Näin ollen pintakorjausten voidaan katsoa olevan merkittävä osa rakennuksen ylläpitoa ja korjaustarve uusiutuu rakennustyyppille ominaisen käytön myötä säännöllisin väliajoin. [10, s. 48]

Mekaanisen kulutuksen aiheuttamat vaurioitumismuodot todettiin myös diplomityössä ja kuvan 1 mukaisia ajouria oli muodostunut tarkastelluissa kohderakennuksissa erityisesti ajoratojen mutkiin, sisään- ja ulosajorampeille sekä puomialueille. Kulutusrasituksen suuruuteen vaikuttaa myös suuresti pysäköintitalan käyttötarkoitus, koska liikennöintialueiden käyttötiheydellä on suora yhteys pintarakenteen kulumisnopeuteen. Esimerkiksi asukaspysäköintiin tarkoitettussa pysäköintilaitoksessa liikennettä on pääosin vain muutamana ajankohtana yhden päivän aikana, kun taas ostoskeskuksen pysäköintilaitoksessa voi olla vilkasta liikennettä koko laitoksen aukioloajan. Käyttötarkoituksesta johtuvat erot mekaanisessa kulutuksessa on huomioitu myös betonin käyttöikäsuunnittelulle annetuissa ohjeissa ja suosituksissa [8, s. 65].



Kuva 1. Ajoneuvoliikenteen aiheuttama kulumisura pysäköintilaitoksen sisäänajorampilla

Betoni-lehdessä julkaistussa pysäköintilaitosten lattiakorjauksia käsittelevässä artikkelissa Martti Matsinen tuo esiin pysäköintilaitosten kulutusurien ja paikoittaisten pienten pintavaurioiden lisäksi lattioiden saumojen vauriot. Laatta murtuu helpoimmin sauman vierestä kuvassa 2 esitetyllä tavalla ja korjaamattomana betonin murtuminen pääsee etenemään laajemmalle alueelle. Samoin muut lievät ja pienelle alueelle rajoittuvat ongelmat voivat hoitamattomina levitä ja aiheuttaa suurempia vaurioita. [11, s. 78-80]



Kuva 2. Laatan murtuminen sauman vierestä

Koskipään tekemän opinnäytetyön kyselytutkimuksessa esille nousi jossain määrin myös lattioiden likaantuminen [10, s. 43]. Pysäköintilaitokset mukaan lukien betonilattioiden puhtaana pidettävyyden tuo esille myös Matsinen toisessa Betoni-lehden artikkelissaan, jossa hän käsittelee betonilattioiden korjaamista. Tähän liittyen artikkelissa käsitellään pysäköintitiloissakin esiintyvää betonilattioiden pölyämistä, joka aiheutuu pinna-irtoavan hienoaineksen seurauksena. [12, s. 56-59]

Pysäköintilaitosten vedenpoistossa on todettu olevan huomattavasti ongelmia, mikä vaikuttaa osaltaan myös pintarakenteen rasitusolosuhteisiin ja rakennuksen käytettävyyteen. Vesi voi aiheuttaa liukkaita pinnoilla erityisesti jäätyessään ja klorideja sisältävä vesi rasittaa tasorakenteita, jolloin vedenpoiston ongelmien voidaan katsoa olevan haitallisia myös pintarakenteen kestävyysnäkökulmasta. Lisäksi pysäköintilaitosten liikuntasaumalaitteissa on havaittu vaurioitumista, mistä aiheutuu vuotoja ja veden liikkumista hallitsemattomasti. [10, s. 36, 38]

Diplomityön yhteydessä tehtiin lattiaurakoitsijoille ja materiaalitoimittajille lattioiden ongelmiin ja korjaamiseen liittyvä kysely, jonka tuloksia on esitelty tarkemmin luvussa 6. Kyselyn perusteella yleisin korjaustarve pysäköintilaitoksien lattioissa muodostui juuri ajoneuvoliikenteen aikaansaamista kulumisurista. Muita kyselyssä mainittuja korjaustarpeen aiheuttajia olivat saumojen vauriot ja kantavien rakenteiden suojaamistarve. Työhön liittyen tehtyjen pysäköintilaitosten katselmusten yhteydessä havaittiin samoja ongelmia, joita edellä mainituissa julkaisuissa ja diplomityön yhteydessä tehdyn kyselyn vastauksissa tuotiin esille.

3. PYSÄKÖINTILAITOKSISSA KÄYTETYT LATTIAMATERIAALIT

Pysäköintilaitosten tasorakenteet ja niiden pintakäsittelyt vaihtelevat kohteesta riippuen ja käytettyjä rakenneratkaisuja sekä materiaaleja on useita. Paikallavaletuissa pysäköintirakennuksissa kantavan rakenteen yläpinta voi toimia itsessään kulutuspintana ilman erillistä pintamateriaalia. Erityisiä pinnoitteita ja käsittelyitä on käytetty vain rampeilla ja rakennuksen raskaammin rasitetuissa osissa, mikäli se on nähty tarpeelliseksi. Elementtirakenteisissa pysäköintitaloissa taas valmisosista rakennettu kantava rakenne suojataan aina tiiviillä pintabetonilla ja tarvittaessa käytetään pintavalun päällä vielä kovempaa materiaalia.

Liikennöintialueiden suojaava pintarakenne voidaan toteuttaa erilaisilla sirotteilla, pinnoitteilla tai kovabetonisella pintavalulla, jotka kestävät ajoneuvoliikenteestä aiheutuvaa hiertävää kulutusrasitusta. Betonisen tason pinta voidaan myös käsitellä huokosrakenne tiivistävillä aineilla, jotka lisäävät lattiapinnan kulutuskestävyyttä ja estävät pölyämistä. Pintaratkaisujen monimuotoisuutta lisää se, että useissa pysäköintilaitoksissa lattiapinnoista osa on korjattu ja osa on alkuperäistä.

3.1 Tavanomaiset betonipinnat

Suurelle mekaaniselle rasitukselle altistuvia betonilattioita pyritään suojaamaan perusrakennetta kovemmillä materiaaleilla ja esimerkiksi kuivasirotteita on käytetty Suomessa betonilattioiden kulutuskestävyyden parantamiseen jo 1950-luvulta saakka [9, s. 1]. Kuitenkin pysäköintilaitoksissa yleisesti käytetty rakenne on paikallavalettu ja jälkijännitetty betonirunko, jossa välipohjarakenteet on toteutettu ilman erillistä pintavalua. Erillisen pintarakenteen puuttumisen seurauksena tasorakenteiden olisi oltava toteutettu siten, että niiden pinta itsessään kestää hyvin kulutusta ja ympäristörasituksia sekä on riittävän karhea liukkauden estämiseksi. [5, s. 14]

Suunnittelussa voidaan huomioida pysäköintitalojen lattioihin kohdistuva kulutusrasitus siten, että välipohjarakenteen pintaan lisätään kulumisvara. Tällöin kantava rakenne mitoitetaan niin, että sen paksuus on yläpinnasta ajoväylillä 30...40 mm ja muualla noin 20 mm suurempi kuin olisi rakenteen sisäisen statiikan kannalta tarpeen. Mikäli rakenteen kulutuskestävyys perustuu kulutusvaran lisäämiseen, on se suunniteltava tapauskohtaisesti ja sen mukaan, missä osassa liikennöintialuetta mekaanisesti rasitettu pintarakenne sijaitsee. [8, s. 65]

Ilman erillistä pintakäsittelyä tai pintarakennetta toteutettujen betonilattioiden kulutuskestävyyteen voidaan vaikuttaa tuotantoteknisten tekijöiden kautta. Hankauskulutuksen

kannalta betonin heikoin osa eli sementtikivi voidaan poistaa osittain lattian pinnasta hio-malla, jolloin valmiin betonin pintaan jää kulutusta paremmin kestävä kiviaines. Koska kiviaines on mekaanisen kulutuksen kannalta betonin kovin rakenneosaa, voidaan kulutuskestävyyteen vaikuttaa myös käyttämällä betonissa mahdollisimman paljon karkeaa kiveä ja käyttää kulutuskestävyyden kannalta mahdollisimman kovaa kiviainesta. Parhaaseen kulutuskestävyyteen käsittelemättömällä lattiapinnalla päästään betonin ainesosien optimaalisella suhteituksella sekä käyttämällä alhaista vesi-sementtisuhdetta, mikä edellyttää monessa tapauksessa nykyisin lisäainein notkistetun betonin käyttöä. [8, s. 44]

Koska pysäköintitalojen tasorakenteet kastuvat ja joutuvat veden sekä lämpötilan vaihtelun myötä useassa tapauksessa pakkasrasitukselle alttiiksi, on niihin tehtävä pakkaskestävyyden saavuttamiseksi lisähuokostus. Tämä kuitenkin laskee betonin lujuuden ja heikentää pinnan kulutuskestävyyttä [8, s. 65]. Huokostuksen seurauksena tapahtuvan kulutuskestävyyden aleneman myötä pintarakenteen korjaamista joudutaan tekemään tiheämmällä aikavälillä rakennuksen käytettävyyden ja rakenteen turvallisen toiminnan ylläpitämiseksi.

3.2 Silikaattikäsitelty betoni

Betonilattialle tehtävä silikaattikäsitely on toimenpide, jossa perusbetonin pintarakennetta tiivistetään kemiallisen reaktion avulla. Kyllästysaineena toimivaa silikaattiseosta imeytetään huokoisen betonilattian pintaan, missä silikaatti reagoi betonissa olevan vapaan kalsiumhydroksidin kanssa tiivistäen ja kovettaen lattiaa. [8, s. 65] Toisin kuin sirotteita tai kovabetonia käytettäessä lattian pintaan ei siis lisätä tavallisen betoniin verrattuna kovempaa runkoainetta, vaan silikaatti muuttaa olemassa olevan sementtikiven koostumusta lattian pinnassa.

Silikaatilla tehtävä niin kutsuttu impregnointi vaikuttaa betonin pintaan 5...15 mm syvyydeltä ja rakenteen pinnassa tapahtuva kemiallinen tiivistymisreaktio jatkuu kahdesta kahteentoista kuukautta käytettävästä impregnointiaineesta riippuen. Käsitely ei muodosta lattian pintaan erillistä kalvoa, mutta se sitoo betonin pinnasta pölyävän aineksen osaksi pintarakennetta ja tekee siitä näin jonkin verran kulutusta paremmin kestävä. [13] Tavanomaisen impregnoinnin seurauksena silikaatin ja kalsiumhydroksidin välisen reaktion reaktiotuotteet täyttävät betonipinnan huokosrakenteen joko kokonaan tai osittain, jolloin nesteiden ja niihin liuenneiden suolojen kapillaarinen imeytyminen rakenteeseen vaikeutuu. [14, s. 65]

Silikaattikäsitelyn yhteydessä voidaan tehdä myös lattian hionta, jolla saadaan poistettua pinnasta osa betonin sementtikivestä ja lattiapintaan enemmän mekaanista kulutusta kestävä kovaa kiviainesta. Näin voidaan jonkin verran tehostaa silikaattikäsitelyn kulutuskestävyyttä parantavaa vaikutusta. Raskaasti kuormitetuilla alueilla silikaattikäsitelty betonilattia ei kuitenkaan täytä pinnan kulutuskestävyydelle asetettuja vaatimuksia, vaan se soveltuu paremmin pysäköintilaitoksen kevyemmän rasituksen alueille. [11, s. 80]

Silikaattikäsittelyn käyttö voi olla perusteltua yksityisten pysäköintilaitosten kevyemmin kuormitetuilla alueilla, missä se antaa kuitenkin betonilattialle suojaa pinnalle joutuvia nesteitä vastaan. Koska käsittely vaikuttaa vain pintabetoniin sen suojaava vaikutus kestää suhteellisen lyhyen ajan alueilla, joilla suurempi rengaskulutus muodostaa uria lattiaan. Silikaattia voidaan käyttää myös korjaavissa toimenpiteissä esimerkiksi pysäköintirakennuksissa, joissa on havaittu pölyämistä, jolloin lattiapinnan kyllästämällä voidaan vähentää pölyämisestä käytölle aiheutuvia ongelmia ja samalla hieman pidentää lattian käyttöikää.

3.3 Pinnoitteet

Lattioilla voi rakennuksen käytön myötä aiheutua sellaisia rasioita, joiden vaikutukset muodostuvat nopeasti ongelmallisiksi paljaalla betonilla. Tiloissa tapahtuva ajoneuvoliikenne on tällainen rasitustekijä, jota vastaan betonilattia voidaan suojata pinnoittamalla se kohteen olosuhteita ja pinnalle asetettuja vaatimuksia vastaavalla tuotteella. Pinnoitteella voidaan vaikuttaa myös lattian ulkonäköön ja sen puhdistettavuuteen. [15, s. 11-12] Erityyppisiä lattiapinnoitteita on Suomessa markkinoilla useita, mutta suomalaisissa pysäköintilaitoksissa käytetään lähtökohtaisesti sementtipinnoitteita ja polymeerimodifioituja sementtipinnoitteita kansallisten palomääräysten vuoksi. Myös polymeeripinnoitteiden käyttö on mahdollista, mutta niiden paloteknisten ominaisuuksien takia aina luvanvaraista.

Haasteen polymeeripinnoitteiden käytölle asettaa Suomen rakentamismääräyskokoelma, jossa autosuojien lattioiden pintamateriaaleilta vaaditaan palamattomuutta eurooppalaisen paloluokitusjärjestelmän luokan A2_{fl}-s1 mukaisesti [16]. Esimerkiksi teollisuudessa käytettävät polymeeripohjaiset pinnoitteet eivät sovellu alhaisen palonkeston takia käytettäväksi pysäköintilaitosten lattioiden pintamateriaalina ilman erillistä paloviranomaisen hyväksyntää. Pysäköintilaitosten betonilattioita on mahdollista pinnoittaa sementtipohjaisilla pinnoitteilla, joissa käytettävien polymeerien määrä on riittävän alhainen, jotta pysäköintitilojen pintamateriaaleille asetetut paloluokkavaatimukset täyttyvät. [11, s. 80]

Sementtipolymeeripinnoitteet valmistetaan erikoissementistä, johon on seostettu polymeerimuoveja parantamaan pinnoitteen mekaanisia ominaisuuksia. Polymeereillä seostetut sementtipinnoitteet kestävät myös hyvin kemikaaleja, kovettuvat nopeasti ja niitä on mahdollista käyttää sekä tuoreella, että kovettuneella betonilla. [15, s. 27]

Kun pinnoitteella haetaan parempaa kulutuskestävyyttä liikennöidyillä lattiapinnoilla, voidaan lisätä valun pintaan kiviainesta sirottelemalla. Käytettävän kiviaineksen raekoolla pystytään myös vaikuttamaan lattiapinnan muihin ominaisuuksiin kuten sen karheuteen. Tarvittaessa kiviaineksella vahvistetun pinnoitteen päälle voidaan levittää myös lakka, mutta pysäköintitilojen pintamateriaalien palonkestävyysvaatimukset asettavat rajoitteita myös käytettävälle pintalakalle. [11, s. 80]

Bitumia sisältäviä päällysteitä kuten asfalttia saa käyttää ainoastaan maanvaraisen rakenteen pinnoitteena, mikäli kyseessä ei ole kellarikerros. Poikkeuksia voivat olla vain sellaiset kohteet, joissa pysäköintitilat ovat maantasokerroksessa ja päällysteen alla on maanvarainen kantava betonilaatta. [1, s. 13]

Polymeerimodifioidulla sementtipinnoitteella saadaan aikaan kova ja kulutusta kestävä pinta, jolla voidaan myös vaikeuttaa betonin säilyvyyden kannalta haitallisten aineiden pääsy rakenteeseen. Ohuen kerrospaksuuden vuoksi sen antama suoja voi olla kuitenkin lyhytaikainen, mikäli pinnalla tapahtuu raskasta paikallista kulumista. Polymeeripinnoitteiden sitkeydestä voi pysäköintilaitoksissa olla joissain tapauksissa etua sementtipohjaisiin materiaaleihin verrattuna, sillä riittävän luja ja hieman joustava pinnoite voisi kestää paremmin mekaanista kulutusta ja alustan liikkeitä.

3.4 Sirotteet

Raskaan mekaanisen kulutuksen alaisena olevien betonilattioiden pinnan lujuuden lisäämiseksi voidaan käyttää kuivasirotetta, joka lisää pintarakenteen kestävyyttä suurilla isku-, piste- ja pyöräkuormia vastaan. Sirotepinnoituksessa betonipintaa lujitetaan erikoiskovista runkoaineista, sementistä ja eri lisäaineista seostetulla kuivasirotteella, joilla voidaan saavuttaa lattiapinnalle moninkertainen kulutuskestävyys pinnoittamattomaan betoniin verrattuna. Kuivasirotteet sopivat käyttötarkoitukseltaan hyvin esimerkiksi raskaasti rasitetuille teollisuusalustoille, varastoihin ja pysäköintilaitosten lattiapinnoille. [9, s. 2-3]

Sirotesekoksessa voidaan käyttää runkoaineena luonnonkiviaineita kuten korundia ja kvartsia, metallisia runkoaineita tai keraamisia yhdisteitä kuten piikarbidia. Raekoko vaihtelee yleensä välillä 0...4 mm ja käyttökohteesta riippuen voidaan käyttää eri runkoaineiden sekoituksia. Sirotteen kovuutta säädellään käytettävällä runkoaineella ja käytössä olevat kuivasirotteet voidaan jaotella perussirotteisiin, kovan rasituskestävyyden ja erittäin kovan rasituskestävyyden sirotteisiin. [9, s. 3]

Kuivasirotesekoksissa käytetään aina korkean lujuusluokan sementtiä, joka yleensä on Portlandsementtiä. Arkkitehtonisista syistä sirotteissa voidaan käyttää pinnan sävyttämiseen epäorgaanisia väripigmenttejä, jolloin sirotteen sementtinä käytetään tavallisen Portlandsementin sijaan puhtaamman väristä valkosementtiä. [9, s. 3]

Sirote levitetään lattiavalun pinnalle, jolloin betonin pinnassa oleva vesi imeytyy sirotteeseen ja alkaa reagoida kuivasirotteen sisältämän sementin kanssa. Kuten betonissa, sirotteen sisältämän sementin ja imeytyneen veden välillä tapahtuu hydrataatioreaktio, jonka seurauksena muodostuu silikaattiyhdisteitä. Sementin ja alustan kosteuden reaktion seurauksena sirotepinta sitoutuu oikein työstitettynä saumattomasti pinnoitettavaan betoniin muodostaen lattiaan kovan ja tiiviin pinnan. Koska sirotteen sementti saa kovettumisreaktioon tarvittavan veden alusbetonista, on sirotteita käytettäessä suositeltava käyttää tavalliseen betoniin verrattuna hieman korkeampaa vesi-sementtisuhdetta. [9, s. 4, 7]

Sirotepinnoitettu lattiapinta on tiivis ja pölyämätön, mutta kuitenkin käytettävyyden kannalta riittävän karhea, jotta se ei ole liukas. Kuivasirotteita käyttämällä lattian pintalujuus on tavallisesti vähintään 60 MPa. [9, s. 5] Ominaisuuksiensa puolesta sirotepinnoite soveltuu hyvin pysäköintilaitosten lattiapintoihin, joissa nastarenkaista aiheutuu iskevää sekä hankaavaa rasitusta ja pintamateriaalin on suojattava alusbetonia vedeltä ja kemikaaleilta.

Kuivasirotteita käytettäessä sirotteen vaikutusta alusbetonin rasitusoloihin ei huomioida, vaan alusbetonin säilyvyysuunnittelussa on huomioitava karbonatisoituminen, kloridirasitus ja betonin pakkasenkestävyydelle asetetut vaatimukset. Sirotteiden käytön kannalta haasteellista on pakkasenkestävän betonin pinnoittaminen, koska pakkasenkestävyyden saavuttamiseksi betonin on oltava riittävästi huokostettua. Liiallinen ilmamäärä alusbetonimassassa voi kuitenkin vaikuttaa sirotepinnan tartuntaan, mikäli osa huokostuksessa betoniin tuotetusta ilmasta nousee kuplina betonimassan pintaan sirotteen levittämisen jälkeen ja aiheuttaa tartunnattomia kohtia alusbetonin ja sirotteen välille. [9, s. 6, 8-9] Tällöin esiintyy kuvassa 3 havainnollistettua vaurioitumista, jossa sirotepinta korkkaa irti alusbetonista.



Kuva 3. *Sirotepinnan irtoaminen alusbetonista*

Ongelmana sirotepinnoitteen käytössä pysäköintirakennusten lattiapinnoissa on kuluneen pinnan uusiminen johtuen sirotteen toimintaperiaatteesta, koska kuivasirote saa hydrataatioreaktion tarvitseman veden alusbetonista. Pienimuotoisia paikkakorjauksia voidaan joillain sirotetuotteilla kuitenkin tehdä sekoittamalla sirote tartuntaa parantavan polymeerilisäaineen ja veden seokseen [17].

3.5 Kovabetoni

Pysäköintitalojen tasorakenteiden kaltaisilla raskaasti kulutusrasitetuilla lattioilla pinnan kestävyyttä parhaiten sirotteiden ohella voidaan parantaa kovabetonia käyttämällä. Tällöin betonilaatan pintaan valetaan 8...15 mm paksu erillinen kovabetoninen pintakerros. Lattioiden pintauksessa käytettävä kovabetoni voi olla lujuudeltaan yli 90 MPa, mikä on moninkertainen tavanomaisten paikallavalubetonien lujuuteen verrattuna. [8, s. 65]

Kovabetonilla tehtävässä pinnoituksessa käytettävä massa valmistetaan korkean lujuuden sementistä ja kovasta kiviaineksesta [8, s. 65]. Peruskoostumus on pitkälti samanlainen kuin kuivasirotteissa, mutta käytettävä kova runkoaines on suurempaa ja sementtiseoksessa käytetään betonin kutistumista ja halkeilua vähentäviä lisäaineita. Kovabetonipintausta on mahdollista tehdä sekä tuoreen betonilaatan pintaan, että kovettuneen betonin päälle. Menetelmän eduksi voidaan laskea myös se, että erillisellä pintakerroksella toteutetuista lattiarakenteista pystytään tekemään myös suuremmalla varmuudella tasaisia. [18, s. 52]

Suuren mekaanisen kulutusrasituksen alaisille lattian osille erityisesti paljon liikennöidyissä pysäköintilaitoksissa kovabetoni on vartenotettava vaihtoehto. Mikäli pinnan toteutus onnistuu, eikä siinä esiinny halkeamia, antaa kovabetonipinta hyvän suojan alla olevalle betonirakenteelle, koska lujuuden lisäksi siinä on ainevahvuuden puolesta myös kulumisvaraa. Ulkonäöllisesti kovabetoni on hyvin lähellä tavallista betonia, mutta sitä on mahdollista tehdä myös sävytettynä.

Kovabetonin etuna siroteisiin nähden voidaan katsoa olevan myös sen soveltuvuus vanhalle betonipinnalle, minkä vuoksi sitä on mahdollista käyttää uudiskohteiden lisäksi korjattavissa lattiapinnoissa. Koko pinnan uusivana korjaustoimenpiteenä kovabetonipintausta on kuitenkin huomattavan suuri, sillä sen yhteydessä on tehtävä paikkauskorjauksia raskaammat esityövaiheet. [11, s. 80-81] Mikäli kohteessa rakennepaksuuden ja kuormien lisääminen rajoittaa uuden pinnan tekemistä vanhan päälle tai vanha pintarakenne on erittäin huonokuntoinen, voidaan vanhasta pintakerroksesta joutua jyrsimään osa pois.

4. PYSÄKÖINTILAITOSTEN LATTIOIDEN RASITUSOLOSUHTEET JA VAATIMUKSET

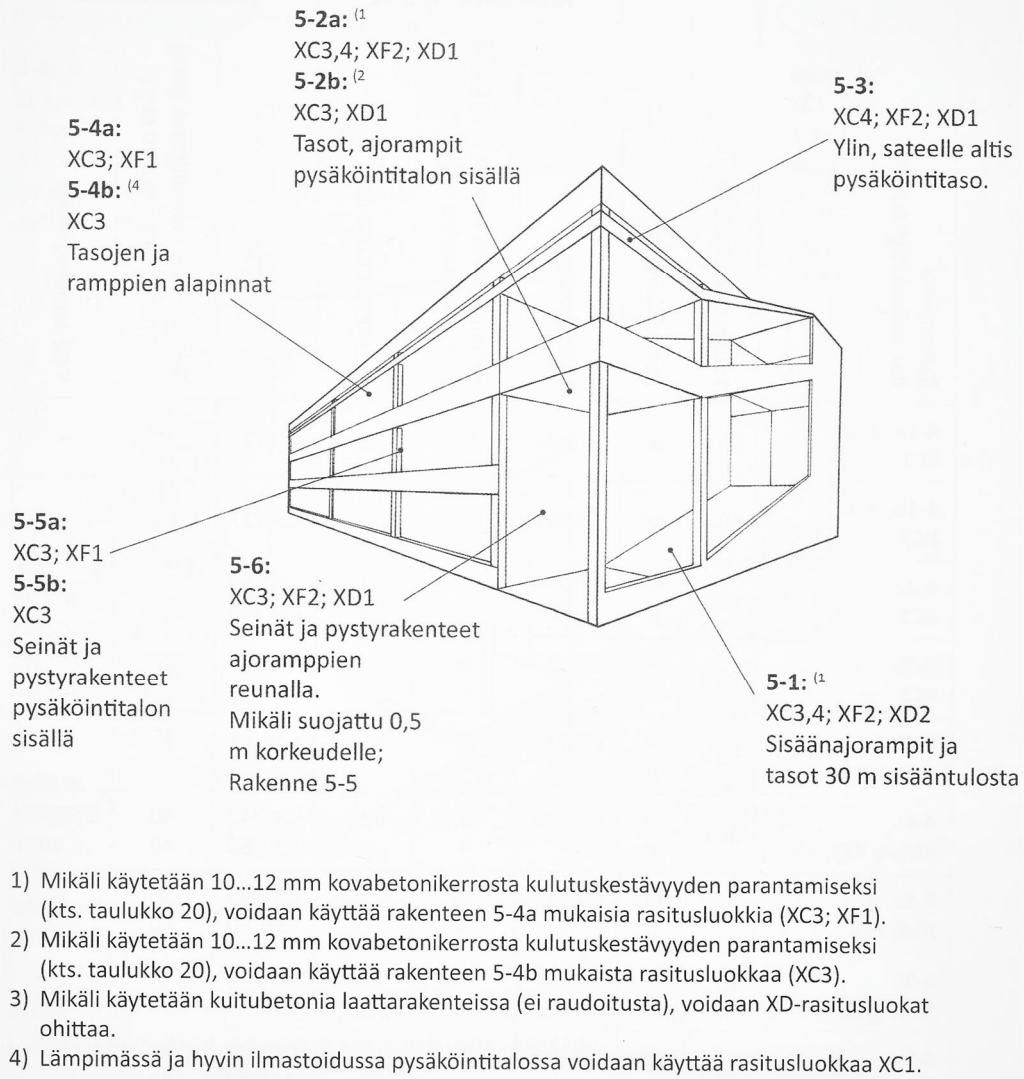
Toisin kuin kuivissa sisätiloissa olevat betonilattiat, pysäköintilaitosten lattiapinnat ovat usein huomattavan raskaasti ja monimuotoisesti kuormittavassa ympäristössä [5, s. 71]. Pysäköintilaitokset ovat käyttötarkoitukseltaan ja rasitusoloiltaan omanlaisensa rasitusympäristö, mikä on otettava huomioon rakenteiden säilyvyysuunnittelussa. Kantavien tasojen lattiapinnan tehtävä on toimia sen alle jäävien rakenteiden suojana ulkopuolisia rasitustekijöitä vastaan ja muodostaa yhdessä alusrakenteen kanssa lattiarakenne, joka täyttää sille määritellyn käyttötarkoituksen ja olosuhteiden mukaiset vaatimukset.

Yhden haasteen säilyvyysuunnitteluun tuo vesirasitus, sillä pysäköintilaitosten kantavien tasorakenteiden pinnat pääsevät usein kastumaan toistuvasti. Pysäköintihalleja pestään ja sadesäällä sekä talviaikaan ajoneuvojen mukana kulkeutuu pinnoille vettä. Osassa rakennuksista pysäköintitiloja voi olla myös rakennuksen kattotasolla, jolloin pintarakenne altistuu suoraan sääoloille ja sateelle. Liikennöityjen tasojen kastuminen altistaa rakenteen kylmissä olosuhteissa pakkasrasitukselle, joka voi vaurioittaa välipohjan betonia. [4, s. 120] Pakkasrapautuman riski betonirakenteen jäätyessä on kuitenkin pieni, mikäli betoniin on tehty riittävä suojahuokostus.

Ajoneuvojen rakennukseen kuljettaman veden mukana pinnoille pääsee usein myös klorideja, joiden ohella kemiallista rasitusta aiheutuu öljystä ja polttoaineista, joita pysäköidyistä ajoneuvoista saattaa lattialle valua [4, s. 120]. Kemialliset rasitustekijät vaurioittavat sekä välipohjan betonia että raudoitteita, minkä vuoksi on tärkeää, että rakenteen pinta on riittävän tiivis estäen esimerkiksi kloridipitoisen veden pääsyn rakenteeseen. Lattiapinnan tiiveyteen liittyy myös sen halkeilu, sillä halkeamien kautta klorideille aukeaa suora pääsy syvemmälle rakenteeseen.

Pysäköintilaitosten betonisten tasorakenteiden ja niiden pintojen suunnittelussa tulee säilyvyyden osalta huomioida mahdollinen rakenteeseen kohdistuva säärasitus, sekä kemialliset rasitustekijät. Julkaisussa ”by 68 Betonin valinta ja käyttöikäsuunnittelu – opas suunnittelijoille 2016” on määritetty pysäköintirakennusten eri osien betonirakenteille ominaiset kemialliset ja kastumisesta johtuvat rasitustekijät, jotka on esitetty kuvassa 4.

a) Kylmä pysäköintitalo
b) Lämmin pysäköintitalo



Kuva 4. Pysäköintirakennuksen betonirakenteiden rasitusluokat [8, s. 62]

Välipohjatasojen ja ramppeiden pintojen suunnittelussa on otettava huomioon, että pelkällä pinnoitteella tai siroteella ei nykyisten säilyvyysuunnitteluohjeiden mukaan katsota olevan vaikutusta alusbetonin rasitusolosuhteisiin. Poikkeuksena edeltävään voidaan kovabetonista tehdyllä pintavalulla kuitenkin lieventää päällystettävän rakenteen sää- ja kloridirasituksia. [8, s. 62] Liikennöityjen tasojen ja ramppeiden pintamateriaalit ovat joka tapauksessa alttiita kaikille rakennuksen osaa koskeville rasituksille, mikä tulee huomioida käytettävien pintamateriaalien valinnassa.

Veden ja kemiallisten rasitustekijöiden lisäksi pysäköintilaitosten lattioihin kohdistuu mekaanista kulutusta rakenteen päällä kulkevasta ajoneuvoliikenteestä erityisesti nasta-

rengasaikaan. [4, s. 120] Tiiviyyden lisäksi pintarakenteen on oltava riittävän kova ja kulutusta kestävä, jotta se suojaa kantavaa rakennetta myös liikennöidylle tasolle aiheutavalta rasitukselta.

Ympäristörasitusten lisäksi julkaisussa ”by 45 / BLY 7 Betonilattiat 2018” betonilattioille on määritelty yleinen luokitusjärjestelmä, jossa ilmoitetaan lattiapinnan suoruus, kulutuskestävyys ja sekä halkeamaleveys. Vaativimmasta alkaen ovat luokat suoruusvaatimukselle A₀, A, B ja C, kulutuskestävyydelle 1,2,3 ja 4, ja halkeamaleveydelle sallittu suuruusluokka I, II ja III. Halkeamaleveyden vaativin luokka I on lisäksi jaettu kolmeen alaluokkaan, jotka on eritelty lattian käyttötarkoituksen mukaan. [5, s. 15]

Muita huomioitavia asioita lattiapintojen suunnittelussa ovat lattiapinnan luokkaus ja pysäköintirakennuksille laissa määritetyt palomääräykset. Lattiapinnan käytettävyyden taakamiseksi sen on oltava riittävän karhea. Lisäksi pintamateriaalin täytyy täyttää autosuojien lattiapinnoille asetetut materiaaliveaumat palokäyttäytymisen suhteen.

4.1 Käyttöikä

Lattioiden, kuten muidenkin betonirakenteiden suunnittelun yhtenä lähtökohtana on rakenteelle haluttava käyttöikä. Normaalisti betonirakenteiden säilyvyysuunnittelussa käytetään vaatimuksena 50 tai 100 vuoden käyttöikää ja betonilattioiden lähtökohtainen suunnittelu tehdään 50 vuoden käyttöiälle. Kuitenkin suuren kulutusrasituksen alaisilla lattioilla pysäköintilaitoksissa 50 vuoden käyttöikä on pitkäikäisimmilläänkin suunnitteluratkaisuilla joissain tapauksissa mahdotonta saavuttaa. Tämän vuoksi tasorakenteiden ei-rakenteelliset pintakerrokset voidaan huomioida käyttöikäsuunnittelussa erikseen ja niille voidaan tarvittaessa perustellusti käyttää edellä esitettyjä lyhempää ja kantavasta rakenteesta eriävää käyttöikää. [19, s. 26]

Pysäköintitaloissa lattioiden ja ramppien pintarakenne voidaan 50 vuoden sijaan suunnitella käytettäväksi lyhemmälle käyttöiälle, mikäli sen voidaan osoittaa olevan erityisen ankarissa rasitusoloissa ja rakenteen uusiminen tai korjaaminen voidaan toteuttaa kohtuullisen helposti. Julkisissa pysäköintitaloissa, joissa lattiapintana on käsittelemätön betoni ja kulutusrasitus on huomioitu lisäämällä rakenteen yläpintaan kulutusvara, voidaan lattiapinnan uusimisväliksi kovan kulutusrasituksen alueella määrittää yleisten ohjeistusten mukaan minimissään 10 vuotta. Paljon liikennöidyillä kovan kulutusrasituksen alueella suositeltavaa on kuitenkin käyttää normaalilujuuksista betonia kovempia pintamateriaaleja. [8, s. 12, 65] Koska jossain tapauksissa käyttöikäsuunnittelun ohjeissa annettu kymmenkin vuoden vaatimus voi olla vaikea saavuttaa, on tärkeää tarkkailla lattioiden ja rakenteiden kuntoa jatkuvasti ja korjaustoimet toteuttaa tarpeen mukaan.

Määritettäessä lattian tai välipohjatasen ei-rakenteellisen pintaosan käyttöikää tulee miettiä, onko lattian säilyvyys sen käyttöiän määrittävä tekijä. Erityisesti mikäli betonisille

tasorakenteille ei käytetä erityisiä pinnoitteita tai esimerkiksi kovabetonista pintarakennetta, voi mekaanisen kulutuksen aiheuttama vaurioituminen olla kemiallisia räsistekijöiden vaikutusta ja pakkasrapautumista nopeampaa. Tällöin pintarakenne voidaan joutua uusimaan, vaikka betoni muuten olisi hyväkuntoista ja rapautumatonta. [19, s. 26] Lattioiden pintakorjauksissa tuleekin valita pintamateriaali siten, että se vastaa parhaiten räsistävintä turmeltumismekanismia, minkä lisäksi se antaa kantavalle rakenteelle riittävän suojan muita vaurioittavia tekijöitä vastaan.

4.2 Suoruus ja tasaisuus

Pysäköintilaitoksissa lattiat eivät yleensä ole suoria, vaan vedenpoiston takia tasorakenteiden kaltevuuden suositellaan olevan 1,5...2,5 % [1, s. 13]. Koska periaate on, että kaadot toteutetaan asentamalla kantavat rakenteet suunniteltuun kaltevuuteen, ei itse pinta-vaaluihin pysäköintirakennuksissa pääsääntöisesti tehdä erillisiä kaatoja. Lattian tulee kuitenkin olla sellainen, että lammikoitumista ei pääse tapahtumaan ja huonosti toteutettuja kaatojen parantaminen tulee ottaa huomioon lattiaa korjattaessa. Ajan myötä rakenteissa voi tapahtua myös muodonmuutoksia, jotka pienentävät lattian kallistusta.

Lattian tasaisuus on sen käytettävyyden kannalta erittäin tärkeä ominaisuus esimerkiksi trukkilikenteen kuormittamalla betonilattialla. Lattian karheutta ei kuitenkaan pidetä määrittävänä tekijänä lattian tasaisuutta tarkasteltaessa, vaan ainoastaan mittapoikkeamat korkeussuunnassa määrittelevät lattian tasaisuutta. [5, s. 19]. Autojen liikennöimällä tasolla pinnan tasaisuus ei ole yhtä kriittinen ominaisuus, koska suurilla ilmatäytteisillä pyörillä ja iskunvaimennuksella varustettujen ajoneuvojen liikkuminen ei häiriinny pienistä epätasaisuuksista. Tasaisuus on kuitenkin yksi laadukkaalta betonilattialta vaadittava ominaisuus ja pysäköintitaloissa toimiva vedenpoisto asettaa vaatimuksia pintarakenteen toteutukselle. Tämä on huomioitava myös korjaustoimenpiteissä varsinkin, jos pelkkä paikkaus ei riitä ja lattiapintaa joudutaan uusimaan suuremmalta alalta. Alusrakenteen päälle tehtävän pinnoitusvalu tai pintabetonointi on toteutettava siten, että valmis lattiapinta on suunnitellussa kaadossa, eikä siinä esiinny huomattavaa aaltoilua.

Betonilattian suoruusvaatimukset voidaan määritellä kaltevuusvirheellä, joka saadaan vertaamalla tason suoruutta vaakasuoraan tasoon tai nimelliskaltevuuteen. Periaatteen mukainen vaatimus on, että esitetyt suoruuspoikkeamat eivät saa ylittyä missään kohdassa lattiaa käytettävän mittausluokan mukaisella mittausvälillä. Taulukossa 1 on esitetty lattiapinnalle sallittujen suoruuspoikkeamien raja-arvot kussakin laatu- ja mittausluokassa. Suoruuden lisäksi voidaan arvioida myös lattiapinnan tasaisuutta, kun käytetään mittausluokkia 200 mm ja 700 mm. Mikäli mittausluokkana käytetään yli taulukossa esitettyä 50 000 mm, on mittausmenettelyistä sovittava tapauskohtaisesti. [5, s. 19-21]

Taulukko 1. Lattiapinnan suoruuden sallitut mittapoikkeamat [5, s. 21]

Suoruuspoikkeama		Mittausluokka L [mm]	Suurin sallittu poikkeama [mm]			
			A ₀	A	B	C
Hammastus			0	0	1	1
Poikkeama vaakasuorasta tai nimelliskaltevuudesta	Tasaisuus	enintään 200	1	2	3	4
		enintään 700	2	4	6	8
	Suoruus	enintään 2000	4	7	10	14
		enintään 7000	7	10	14	20
		7000...50000	10	14	20	28

Suoruus voidaan mitata vaaituskojeella tai takymetrillä mittausluokkien mukaisissa ruuduissa. Laadullisesti hyväksyttävän lopputuloksen saavuttamiseksi suoruuksivaatimusten toteutumista tulee seurata jatkuvasti työn edetessä, mutta tarkistusmittaus on suoritettava viimeistään ennen kuin lattiaa aletaan kuormittaa. Tasaisuuden tarkastamiseksi valmistetun lattiapinnan alasta vähintään 20 % tulee vaaita ja saaduista mittauksista 95 %:n osalta täytettävä lattialle asetetun vaatimusluokan mukaiset arvot. [5, s. 21]

Tavanomaisella vaatimustasolla pysäköintilaitoksen lattialle määritellään laatuluokan B suoruuksivaatimuksen. Käytön asettamat erityisvaatimukset on kuitenkin huomioitava suunnittelussa. Vaikka eri laatutekijät voidaan määrittää toisistaan riippumatta, on huomioitava, että lattian ominaisuuksista kulutuskestävyys, lujuus, kutistuma ja halkeilu korreloivat toistensa kanssa. Lattian laatuvaatimukset on esitettävä luokkien mukaisella yhdistelmällä, jossa on ilmoitettu suoruuks-, kulutuskestävyys- ja halkeiluluokitus. [5, s. 16-17]

4.3 Kulutuskestävyys

Kulutuskestävyys on oleellinen ominaisuus betonilattian toiminnan ja rakennuksen käytettävyyden kannalta erityisesti rakennuksissa, joissa on ajoneuvoliikennettä. Pysäköintitaloissa riittävän kulutuskestävyyden saavuttamista vaikeuttavat myös rasiustekijöiden yhdistelmät, koska lattioihin voi kohdistua liikenteen kanssa samanaikaisesti esimerkiksi pakkas-suolarasitus. [8, s. 44]

Mekaaninen kulutus on suurimmillaan talvella, jolloin suuri osa autoista Suomessa on varustettu nastarenkailla. Vaikka Suomessakin on markkinoilla ollut kitkarenkaita useita vuosia, on niiden käyttö edelleen huomattavasti vähäisempää kuin nastarenkaiden. Trafín vuonna 2018 tekemän kyselytutkimuksen mukaan kitkarenkaiden käyttö Suomessa on hieman yleistynyt viime vuosina, mutta kyseisen tutkimuksen tulosten perusteella valtaosa suomalaista varustaa autonsa edelleen nastarenkailla, sillä kyselyyn vastanneista hen-

kilöistä 81 % oli talvirenkaissaan nastat. Kuitenkin nastarengasrasitus Helsingin ja Uudenmaan alueella vaikuttaisi tutkimuksen perusteella olevan prosentuaalisesti pienempää kuin muualla maassa, sillä jopa kolmannes kyseisellä alueella asuvista vastaajista ilmoitti käyttävänsä ajoneuvossaan nastattomia talvirenkaita. [20]

Nastojen aiheuttama rasitusmekanismi pintamateriaalille aiheutuu pääosin niiden iskevästä vaikutuksesta, mutta myös hankaavasta kulutusmekanismista, jossa nastat raapivat rakenteen pintaa [21, s. 38]. Ajoradan pinnalle nastan aiheuttama rasitus voidaan jakaa neljään osaan, jotka ovat dynaaminen alkuisku, dynaaminen pistovoima, hierto ja raapaisu nastan irrotessa ajoradan pinnasta. Dynaaminen alkuisku tapahtuu nastan osuessa ajoväylän pintaan, minkä jälkeen nasta pyrkii uppoamaan dynaamisella pistovoimalla alustaan, kun rengas painuu sen alla olevaa pintaa vasten. Hiertovaiheessa nasta on painuneena alustaan ja liikkuu ajoradan pinnan suuntaisesti hangaten pintaa. Hierron seurauksena ajoradan pinta rikkoutuu ja rasituksen voimakkuuteen vaikuttavat ajoneuvon jousitusgeometria, ajoradan kaltevuus sekä ajoneuvon nopeuden ja suunnan muutokset. Hierto päättyy raapaisuun nastakosketuksen päättyessä, jolloin kumin, nastan ja ajoradan pinnan väliset jännitykset päättyvät. [22, s. 82-96]

Nastan aiheuttamaa kulutusmekanismia voidaan osin verrata esimerkiksi tilanteeseen, jossa piikkitaltan kärki kopautetaan lattiaan ja painetaan tämän jälkeen voimakkaasti kiinni pintaa vasten. Lattiaan painetun taltan kärki irrotetaan alustasta kohdistamalla siihen ensin sivusuuntaista voimaa, jolloin taltan kärki raapaisee pintaa irrotessaan.

Kulutusrasituksessa on pysäköintilaitoksen eri osien välillä eroja ja erityisen raskaasti rasitettuina voidaan pitää lattiapintoja, jotka sijaitsevat ajorampeilla, puomialueilla ja laitoksen ajoratojen mutkissa [8, s. 64]. Suurempaa rasitusta voidaan selittää sillä, että edellä mainituilla alueilla tapahtuu eniten ajoneuvon nopeuden ja suunnan muutoksia. Kiihdytettäessä, jarrutettaessa ja kaarreajossa nastojen aiheuttaman hierron vaikutus kasvaa renkaan ottaessa pitoa alustasta ja pahimmassa tapauksessa renkaat voivat päästä luistamaan, jolloin kulutusrasitus on suurimmillaan [22, s. 91-92]. Mekaanisen kulumisen kannalta kaikkein rasitetuimpia alueita pysäköintilaitoksissa voidaan katsoa olevan kaarevien ramppien pintarakenteet, joissa tapahtuu sekä ajoneuvon nopeuden että suunnan muutoksia.

Aikaisemmin betonilattioiden kulutuskestävyyttä Suomessa on mitattu VTT:n kehittämällä teräspyöräkokeella, jossa koestettavaa lattiaa kuormitetaan erityisellä testauslaitteella paikan päällä. Laitteen toimintaperiaate perustuu nimensä mukaisesti kolmeen halkaisijaltaan 110 mm ja leveydeltään 50 mm olevaan teräspyörään, jotka kiertävät 500 mm ympyrää pyörän keskikohdasta mitattuna. Jokaista pyörää kuormitetaan 3 kN voimalla ja pyörät on asennettu testilaitteeseen siten, että ne osoittavat 5 ° ympyrän kehästä ulospäin, jolloin pyörät hankaavat lattiapintaa pyöriessään. Testausmenetelmässä laite pyörii akselinsa ympäri 2000 kertaa ilman hiovaa ainetta pyörän ja alustan välillä ja irronnut aines poistetaan imurilla testin aikana. 2 [19, s. 20]

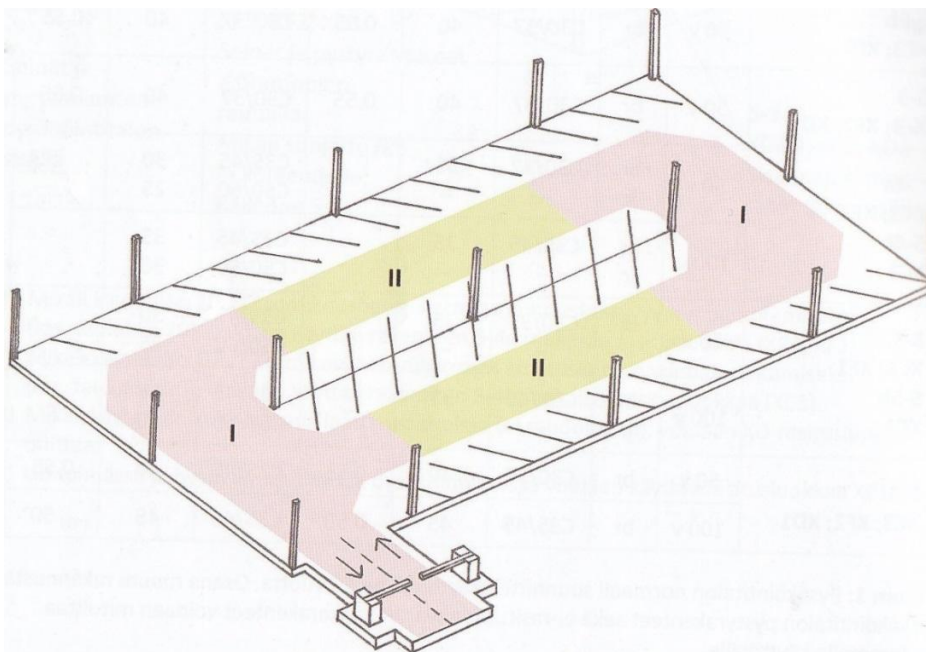
Lattioiden kulutuskestävyyden mittaamisessa siirryttiin uudelle aikakaudelle Betoniyhdistys ry:n ja Betonilattiayhdistys ry:n yhteistyönä tekemän julkaisun ”Betonilattiat 2018” myötä, jossa VTT:n teräspyöräkokeen sijasta viralliseksi kulutuskestävyyden testaustavaksi Suomessa määritettiin Böhmen kulutuskestävyyssko. Kyseistä testaustapaa on jo tätä ennen Euroopassa käytetty sirotteiden ja sementtipohjaisten materiaalien testaamiseen, ja koe suoritetaan erityisellä mittauslaitteistolla standardin SFS-EN 13892-3:2014 mukaisesti. Testausjärjestelyn periaatteen takia valmiin lattiapinnan kulutuskestävyyden testaus vaatii koekappaleiden poraamista, minkä vuoksi valmiille lattiapinnalle kulutuskestävyyden testausta tehdään yleensä vain epäiltäessä lattian kulutuskestävyydelle asetetun tavoitetason alittumista. [5, s. 22]

Böhme-kokeessa selvitetään, kuinka monta kuutiosenttimetriä sivumitaltaan 71 mm kokoisesta, kuution muotoisesta koekappaleesta kuluu pois testissä siihen kohdistettavan hankausrasituksen seurauksena. Laitteistossa koekappaletta painetaan 294 N voimalla pyörivää kulutuslevyä vasten yhteensä 16 testijaksoa, joista jokainen käsittää 22 kierrosta, ja koekuutio käännetään eri sivulle jokaisen testijakson välillä. Lisäksi kulutuslevyn ja koekappaleen välissä käytetään hioma-ainetta lisäämään koekappaleeseen kohdistuvaa hankaavaa räsitystä ja hioma-aine vaihdetaan jokaisen testijakson jälkeen kulutuslevy puhdistettaen. Valmista rakennetta testattaessa lattiasta otetaan jokaista 5000 m²:ä kohden halkaisijaltaan 100 mm poralieriönäyte, josta leikataan standardin mukaisia, kuution muotoisia koekappaleita. Testattavat koekappaleet kuivataan 110 °C:n lämpötilassa, kunnes niistä voidaan mitata kuivapaino. Kappaleen tilavuuden muutos lasketaan kappaleen massan muutoksen ja tiheyden funktiona, jonka tulos annetaan muodossa cm³ / 50 cm², ja mitä pienempi Böhmen testissä saatu arvo on, sitä parempi on testattavan koekappaleen kulutuskestävyys. [23] Tuotekohtaisissa suoritustasoilmoituksissa Böhme-kokeen mukainen kulutuskestävyysluokka ilmoitetaan tunnuksella A, jonka perään on liitetty materiaalille saatu kulutuskestävyyttä kuvaava tilavuuden muutoksen arvo.

Betonilattioiden kulutuskestävyydelle on määritetty neljä laatuluokkaa, jotka aikaisemmin määriteltiin VTT:n teräspyöräkokeen mukaisen testaustuloksen kautta. Vuoden 2018 betonilattiaohjeistuksen uudistuksen myötä pysäköintilaitoksen lattioiden laatuluokan vaatimukset tavanomaisella vaatimustasolla eivät muuttuneet, mutta Böhme-kokeen viralliseksi testaustavaksi määrittelemisen myötä kulutuskestävyyden neljän eri laatuluokan määrittelyperusteet muuttuivat. Pysäköintilaitoksen liikennöintialueiden kulutuskestävyydelle ohjeistettu vaatimus tavallisessa tapauksessa on luokka 2, jota vastaavalta pinnalta edellytetään Böhme-arvoa A9 [5, s. 17, 23].

Pysäköintilaitosten lattiapintoihin kohdistuva mekaanisen rasituksen voimakkuus vaihtelee riippuen siitä, missä osassa pysäköintilaitosta pinta sijaitsee. Tästä johtuen kulutuskestävyysvaatimukseltaan pysäköintilaitoksen eri osien lattiapinnat voidaan eritellä toisistaan poikkeaviin kolmeen alueeseen. Luokitusalue I käsittää kovalla kulutusrasituk-

sella olevat osat, kuten rampit, mutkat ja kulunvalvontapaikat ja alue II kattaa kohtuullisella kulutusrasituksella olevat rakennuksen tasoilla sijaitsevien ajoratojen suorat osat. Edellä mainitut betonirakenteiden säilyvyysuunnitteluohjeiden mukaiset rasitusalueet on esitetty kuvassa 5. Kahden ensimmäisen määritetyn luokan ulkopuolelle jäävät pysäköintiruudut ja alueet, joilla ei ole ajoneuvoliikennettä ja nämä mekaaniselta kulutuksella kevyemmin rasitetut alueet lasketaan kuuluvan luokkaan III. [8, s. 64]



Kuva 5. Pysäköintirakennuksen tason kulutusrasitusalueet [8, s. 64]

Pysäköintirakennukset voidaan jaotella käyttötarkoituksen mukaan yksityisiin ja julkisiin pysäköintirakennuksiin. Julkisella pysäköintitalolla tarkoitetaan esimerkiksi kauppakeskusten pysäköintilaitoksia, joihin ajoneuvoilla on vapaa pääsy ja liikenne vilkasta. Mikäli pysäköintilaitosta käytetään asukaspysäköintiin tai esimerkiksi yrityksen työntekijöiden ajoneuvojen paikoitukseen katsotaan sen olevan yksityinen. [8, s. 64]

Pysäköintilaitoksessa alueella I vaadittava kulutuskestävyysluokka voidaan määrittää aiemmin mainitusta tavanomaisen vaatimuksen mukaisesta luokasta 2 poiketen luokkaan 1, jos kyseessä on julkinen pysäköintitalo. Erittäin vilkkaasti liikennöidyissä pysäköintirakennuksissa myös alueella II voidaan nostaa kulutuskestävyyden vaatimus luokkaan 1. Kun kyseessä on yksityinen pysäköintirakennus, pysyy kulutuskestävyyden vaatimus luokassa 2 myös luokitusalueella I. [8, s. 64-65]

Säilyvyysuunnitteluohjeistusten mukaan poikkeuksellisen vilkkaasti liikennöidyn pysäköintilaitoksen kovan kulutuksen alaiset alueen I ja kulutuskestävyysluokan 1

mukaiset lattiapinnat suositellaan pinnoittamaan aina Böhmen kulutuskestävyysluokan A3 sirotepinnalla tai A5-luokan kovabetonipintauksella. Tällaisissa kohteissa alueelle II suositellaan ensisijaisesti A5-luokan sirotepinnoitetta tai kovabetonipintaa A8-luokan mukaisella kulutuskestävyydellä, sekä muut alueet A8-luokan sirotepinnalla. [8, s. 64-65]

Tavanomaisen liikennesäilytyksen julkisissa kohteissa ajoratojen alueet I ja II suositellaan varustettavaksi sirotepinnalla, mutta ajoratojen ulkopuolisille alueille on ensisijaisesti riittävä betonin silikaattikäsittely. Yksityisissä pysäköintitaloissa sirotepinnan käyttöä ei nähdä edellä mainitussa julkaisussa tarpeelliseksi muualla kuin tarvittaessa alueella I ja ajoradoille nähdään tarpeelliseksi korkeintaan silikaattikäsittely. [8, s. 64-65]

Kulutuskestävyyden riittävyyden ja lattiapinnan käyttöiän määrittelyyn omat haasteensa tuovat kulutusrasitukseen liittyvät muuttujat. Lattiamateriaalien kulutustestit testaavat kestävyyttä hankaavaa rasitusta vastaan, mutta ne eivät vastaa rasitusmekanismiltaan nastarengaskulutusta, jossa lattiaan aiheutuu hankauksen lisäksi myös nastojen aiheuttamaa dynaamista isku- ja pistorasitusta. Myös pysäköintitilojen käyttötiheys vaihtelee paljon kohdekohtaisesti, minkä vuoksi lattian suunnittelussa ja materiaalivalinnoissa täytyisi huomioida rakennuksen käyttötarkoitus ja käyttötiheys. Erittäin vilkkaasti liikennöityjen pysäköintitilojen lattioiden rasitetuimmilla alueilla pintamateriaalia valittaessa ja korjausta suunniteltaessa tiedot vanhasta materiaalista ja sen kulutuskestävyydestä ovat eduksi, jotta korjaustyössä käytettäviä materiaaleja voidaan optimoida paremmin kohteen kulutusolosuhteita vastaaviksi.

4.4 Halkeilu

Betonilattioissa on käytännössä aina havaittavissa jonkinasteista halkeilua betonille kutistuman seurauksena. Betonirakenteeseen syntyy halkeamia, kun betonin kuivumisen aiheuttama kutistuma ei pääse tapahtumaan vapaasti ja seurauksena rakenteeseen syntyy sisäisiä jännityksiä. Kutistuman aiheuttaman halkeilun lisäksi betonissa voi esiintyä lähinnä pinnan ulkonäköön vaikuttavia plastisia halkeamia, jotka syntyvät pian valamisen jälkeen betonin kovettumisen alkaessa. [5, s. 24]

Korjauskohteissa tapahtuvat valut ovat jälkivaluja kovettuneelle betonille, jolloin pinta-valu ja vanha rakenne ovat keskenään erilaisessa muodonmuutosvaiheessa. Muodonmuutokset aiheuttavat pakkovoimia rakennekerrosten liitoskohtaan, mikä helposti aiheuttaa halkeamia pintavaluun. Pintakerros voi myös rakennekerrosten välisten jännitysten seurauksena irrota alusbetonista, mikäli alustan lujuus on liian heikko tai tartunta materiaalien välillä on riittämätön. Yleinen vaatimus on, että pintamateriaalille tulee saavuttaa vähintään 1,5 MPa tartuntalujuus, jolloin myös alusrakenteen on vetolujuudeltaan täytettävä kyseinen arvo. [24, s. 57]

Kutistumishalkeamien syntymistä voidaan rajoittaa sallimalla kutistuman aiheuttama liike kutistumasaumoja käyttämällä ja oikealla vesisementtisuhteella. Tärkeässä osassa

ovat myös olosuhteiden hallinta työmaalla ja kovettuvan betonin riittävä jälkihoito. [24, s. 58]

Koska kutistuma on betonin luonnollinen materiaaliominaisuus, ei sen seurauksena syntyviä halkeamia ole yleensä perusteltua pystyä täysin estämään. Liikennöidyllä betonilattialla kuitenkin liian suuret halkeamat murtuvat reunastaan helposti ja halkeamaa pitkin rakenteeseen pääsee leviämään klorideja ja muita betonille sekä raudoitteille haitallisia rasiustekijöitä. Tämän vuoksi lattian sallitulle halkeilulle asetetaan raja-arvot, joilla pyritään estämään haitallisen suuret halkeamat rakenteessa. Valmiin lattiapinnan halkeamia, jotka eivät ole hyväksyttävien arvojen mukaisia voidaan korjata injektoimalla, mutta tällöin on aina selvitettävä lattian halkeilun aiheuttaneet tekijät. [5, s. 24-25]

Halkeamaleveysluokkia on neljä, joista kolme ensimmäistä on valmiiksi määritelty. Käytettävän halkeaman leveyden suuruusluokan valinnassa on huomioitava halkeamien vaikutus lattiarakenteen käyttötarkoituksen, säilyvyys- ja ulkonäkövaatimusten perusteella. Vuonna 2018 julkaistussa ohjeistuksessa luokka I jaettiin kolmeen eri alaluokkaan, jotka riippuvat lattian ulkonäön ja kulutuskestävyyden vaatimuksista. Luokkaa IV käytetään lattioille, joilla on erityisvaatimuksia esimerkiksi vesitiiviyyden, kloridirasituksen tai voimakkaan mekaanisen rasituksen suhteen. Betonilattioiden suunnitteluohjeiden mukaiset maanvaraisten betonilattioiden ja pintalattioiden halkeamaleveysluokat on esitetty taulukossa 2. [5, s. 25-28]

Taulukko 2. Betonilattian sallitut halkeamaleveydet [5, s. 26-28]

Halkeamaleveysluokka	Kuvaus	Sallittu halkeilu ja halkeamaleveys
I-UA	Ulkonäön suhteen erittäin vaativa	Lattia on täysin halkeilematon tai siinä on yksittäisiä suuruusluokassa 0,1...0,2 mm leveitä halkeamia.
I-UB	Ulkonäön suhteen vaativa	Lattiassa on vähäisessä määrin korkeintaan suuruusluokassa 0,1...0,3 mm leveitä halkeamia.
I-K	Kulutuskestävyyden suhteen vaativa	Halkeamien leveys enintään 0,3 mm.
II	Normaali	Halkeamien leveys enintään suuruusluokkaa 0,5 mm.
III	Vähäinen	Halkeamien leveys enintään suuruusluokkaa 1 mm.
IV	Erikoisluokka	Sovitaan erikseen.

Tavanomaisella vaatimustasolla pysäköintilaitoksen lattialle uusi betonilattiaohjeistus asettaa laatuluokan II halkeamaleveysvaatimuksen, jolloin vaatimus lattian halkeamien leveydelle on rajoitettu 0,5 mm ylärajaan. Tähän normaalin tason halkeamaleveyteen on

mahdollista päästä tavanomaisella betonilla käytettäessä oikeanlaisia työ- ja jälkihoitomenetelmiä. [5, p. s] Mikäli lattia pinnoitetaan, on suunnittelussa ja halkeiluvaatimusten määrittämisessä huomioitava myös, että lattia täyttää pinnoitemateriaalin alustalle asetettavat ominaisuudet.

Halkeiluluokan I mukaisissa lattioissa on aina käytettävä erityistoimenpiteitä vaatimustason saavuttamiseksi, mikä tarkoittaa esimerkiksi kutistumaa vähentävien lisäaineiden ja erikoisementtien käyttämistä [5, s. 26-27]. Vaikka tavanomainen suositus pysäköintilaitosten lattioille on luokka II, voi halkeamaluokkien I-K ja IV käyttö olla joissain tapauksissa perusteltua. Esimerkiksi vilkkaasti liikennöidyissä pysäköintilaitoksissa kulutusrahasitusalueella I tai ulkotiloissa sijaitsevilla pinnoilla sekä rampeilla, joiden pinnalle kulkee paljon klorideja autojen mukana, voidaan halkeamaleveyden rajoittaminen alle 0,5 mm suuruusluokan nähdä tarpeelliseksi.

4.5 Säänkestävyys

Pysäköintilaitoksen lattiapinnat pääsevät kastumaan ajoneuvojen mukana kulkeutuvasta vedestä sekä pesemisen seurauksena. Betonin huokoisesta rakenteesta johtuen vesi imeytyy siihen ja betonin tiiviyydestä riippumatta betonin kosteus pääsee imeytymään rakenteen pintaosan huokosiin [25, s. 104]. Kastuminen altistaa riittämättömällä suojahuokostuksella valmistetun betonirakenteen pakkasrapautumiselle, mikäli rakenne on ympäristössä, jossa lämpötila pääsee laskemaan veden jäätymispisteen alapuolelle [26, s. 27]. Pakkasrasituksen vaikutus tehostuu myös, mikäli betonirakenteen pinnalle aiheutuu suolasitusta [25, s. 104].

Pakkasrapautumisen aiheuttaa veden fysikaalinen ominaisuus laajentua muuttuessaan kiinteään olomuotoon. Kun betonirakenteen lämpötila laskee 0 °C:n alapuolelle, alkaa osa betonin huokosissa oleva vedestä jäätyä, laajentuen noin 9 tilavuusprosenttia. Mikäli huokosissa oleva vesi ei pääse riittävästi väistymään jään tieltä, aiheutuu betonin huokosiin sisäistä painetta. Jäätymisestä aiheutuva paine aiheuttaa betonissa murtumista, minkä seurauksena betonin veto- ja puristuslujuus sekä raudoitteiden tartunta heikkenevät. [26, s. 28, 30]

Betonirakenteen pakkasvaurio voidaan havaita betonissa säröilynä ja vaurioitumisen edessä betoniin alkaa ilmestyä silmin havaittavia halkeamia sekä lohkeilua. Betonin huokosveden jäätymisen aiheuttama säröily edistää veden imeytymistä rakenteeseen, jolloin vaurioituminen pääsee leviämään syvemmälle rakenteeseen. [26, s. 30]

Pakkasvaurioitumista betonirakenteissa voidaan estää tekemällä betoniin suojahuokostus lisähuokostusainetta käyttämällä. Betonissa esiintyy tavallisesti kapillaarihuokosia, joihin vesi pääsee imeytymään, kun betonin pinta kastuu. Lisähuokostuksella betoniin tuotetaan kapillaarihuokosia suurempia suojahuokosia, joiden läpimitta on yli 10 µm. Nämä

huokokset ovat niin suuria, että vesi ei pääse kapillaarisesti imeytymään niihin, vaan suojahuokokset jäävät ilmatäytteisiksi. Kastuneen betonin lämpötilan laskiessa pakkaselle kapillaarihuokosten vesi pääsee jäätyessään laajenemaan suojahuokosiin, jolloin laajeneminen ei aiheuta betonia vaurioittavaa painetta. [26, s. 28]

Jäätymis-sulamisrasituksen vaikutusta tehostaa erityisesti lämpötilan toistuva vaihtelu veden jäätymispisteen ylä- ja alapuolella. Tällöin jäätymis-sulamissykliä lisääntyy ja murtumista tapahtuu nopeammalla taajuudella. Yli C25/30 lujuusluokan betoneissa pakkasesta johtuva rapautuminen ei kuitenkaan ole yleistä, minkä oletetaan johtuvan niiden riittävän suuresta lujuudesta ja rakenteellisesta tiiviyydestä [26, s. 34].

Betonirakenteiden säilyvyyssuunnittelussa huomioitaviin säänkestovaatimuksiin vaikuttaa, onko kyseessä lämmin vai kylmä pysäköintitalo. Kuitenkin myös lämpimissä pysäköintirakennuksissa on osia, jotka ovat alttiina pakkasrasitukselle. Sisäänajorampit sijaitsevat myös lämpimissä pysäköintitaloissa ulkotiloissa, jolloin ne ovat kastumisen seurauksena alttiita pakkasvaurioitumiselle. [8, s. 62]

Kuvan 4 mukaisesti kylmissä pysäköintirakennuksissa kaikki tasojen yläpinnat ja rampit on suunniteltava sulamis-jäätymisrasitusluokan XF2 mukaisiksi. Myös lämpimissä pysäköintirakennuksissa sisäänajorampeilla ja tasoilla, jotka sijaitsevat 30 metrin sisällä sisääntulosta, on huomioitava pakkasrasitus luokan XF2 mukaisesti. Tämä tarkoittaa sitä, että pintojen oletetaan kyllästävän vedellä kohtalaisesti ja ne ovat jäätymiselle alttiita, minkä lisäksi pinnoilla voi esiintyä jäänsulatusaineita [8, s. 22, 62].

Jotta tasorakenteen pintamateriaali pystyy suojaamaan alusrakennetta mekaaniselta kulukselta, on sen kestävä vaurioitumatta myös muita lattiapinnalle kohdistuvia rasitustekijöitä. Sisäänajoramppien ja kylmien pysäköintitilojen lattiapintoja korjattaessa kovabetonilla ja sementtipohjaisilla pinnoitteilla, on tiedettävä, miten jäätymis-sulamisrasitus ja pakkas-suolarasitus vaikuttavat käytettävän pintamateriaalin säilyvyyteen. Vaikka kovabetonipintaa lukuun ottamatta pinnoitteilla ei oleteta olevan vaikutusta betonirakenteen pakkasrasitukseen, tulisi pintarakenteen olla tiiviydeltään sellainen, että se estää veden pääsemisen alusbetoniin.

4.6 Kemiallisen rasituksen kestävyys

Pysäköintilaitoksen betonilattiaan kohdistuvat kemialliset rasitustekijät voivat vaikuttaa itse betoniin, mutta erityisesti betonissa oleviin raudoitteisiin. Betonin sisältämät yhdisteet ja rauditus voivat reagoida useiden ympäristöstä rakenteeseen päätyvien aineiden kanssa, jolloin reaktio ja siinä syntyvät reaktiotuotteet heikentävät rakennetta. Pelkästään ilman sisältämä hiilidioksidi aiheuttaa betonissa kemiallista muutosta, joka ilmenee karbonatisoitumisen muodossa [26, s. 21]. Ympäristössä tavallisesti esiintyvän hiilidioksidin lisäksi rakenteet altistuvat muun muassa ajoneuvojen mukana rakennukseen kulkeutulle kloridipitoiselle vedelle ja öljypohjaisille nesteille.

Betoniteräksien vaurioituminen ilmenee niiden korroosiona, minkä voivat aiheuttaa betonin karbonatisoituminen tai rakenteeseen päässeet kloridit [26, s. 19]. Teräs koostuu suurimmaksi osaksi raudasta, jonka korroosio eli ruostuminen on sähkökemiallinen reaktio, jossa rauta muuttuu takaisin luonnossa normaalisti esiintyviksi yhdisteikseen. [25, s. 97]. Raudan rakenteen muutos huokoiseksi ruostumisen seurauksena aiheuttaa sen lujuuden heikkenemistä, jolloin raudoitus ei toimi rakenteessa enää suunnitellusti.

Betonin karbonatisoitumisessa betonin sisältämän huokosveden emäksisyys pienenee, kun ilman hiilidioksidi pääsee tunkeutumaan rakenteeseen ja reagoimaan betonin sisältämän kalsiumhydroksidin kanssa muodostaen kalsiumkarbonaattia ja vettä. Karbonatisoituminen alkaa rakenteen pinnasta ja halkeamat edesauttavat hiilidioksidin pääsyä rakenteeseen. Reaktio kuitenkin hidastuu edetessään syvemmälle betoniin, koska diffuusiovastus kasvaa läpäistävän betonikerroksen kasvaessa ja jo syntyneet reaktiotuotteet täyttävät betonin huokosrakennetta, jolloin hiilidioksidin tunkeutuminen betoniin vaikeutuu. Tiiviissä betonissa karbonatisoituminen voi lähes pysähtyä, mutta mikäli se pääsee terästen syvyyteen, betonin emäksisyys ei enää suojaa raudoitusta korroosiolta. [26, s. 21].

Vaikka betoni ei olisi karbonatisoitunut, voi raudoitteissa tapahtua korroosiota, mikäli rakenteeseen on päässyt ympäristöstä klorideja esimerkiksi jäänsulatussuoloista. Raudoitteiden korroosion kannalta raja-arvona pidetään kloridipitoisuutta, joka on 0,03...0,07 p- % betonin painosta. Kloridien aiheuttama korroosio vaikuttaa tyypillisesti pistemäisesti ja voimakkaana etenkin, jos klorideja on päässyt tunkeutumaan kovettuneeseen betoniin. Raudoitteiden kloridikorroosio kiihtyy entisestään, jos terästä ympäröivä betoni on päässyt karbonatisoitumaan ja sementtikivi ei enää sido klorideja vaan niitä on vapaana huokosvedessä. [26, s. 23-24]

Raudoitteiden korroosiolle on itse betonia sisältäpäin vaurioittava vaikutus ruostumisessa syntyvien reaktiotuotteiden tilantarpeen vuoksi. Korroosiotuotteiden tilavuus on jopa nelinkertainen teräksen tilavuuteen verrattuna, mistä johtuen terästen korroosio voi aiheuttaa betonin halkeilua, lohkeilua ja sisäisiä säröjä. [25, s. 102-103]

Raudoitteiden korroosioaurion lisäksi jäänsulatussuolat lisäävät betonin pakkasrasitusta, koska suola lisää jäätyvän veden muodostamien kiteiden aiheuttamaa painetta betonin huokosissa. Ilmiössä suurissa huokosissa ensimmäisten jääkiteiden muodostuessa huokosissa oleva jäätyvätön vesi sitoo jäätyneessä vedessä olevan suolan, jolloin liuoksen suolapitoisuus on korkeampi kuin ympäröivissä pienemmissä huokosissa. Tämän seurauksena ympäröivien huokosten laimeampi liuos virtaa suuriin huokosiin yrittäen tasoittaa suolakonsentraation eroa lisäten huokospainetta jo jäätyneissä huokosissa. [25, s. 104]

Suolat voivat aiheuttaa myös itse betonin rapautumista, koska suolan sulattaessa jäätä rakenteen pinnasta siirtyy sulamiseen tarvittava lämpöenergia rakenteesta jäähän. Lämpöenergian siirtymisen seurauksena betonin pintaosan jäähtyy voimakkaasti, jolloin se voi vaurioitua. [25, s. 104]

Rakennuksen eri betoniosille on määriteltä rakennusosa kohtaiset kemialliset rasitukset, joiden perusteella voidaan määrittää lattiapintaan kohdistuvat rasitustekijät. Nämä betonirakenteiden säilyvyysuunnitteluohjeiden mukaiset rakennusosakohtaiset rasitusluokat on esitetty yhdessä sulamis-jäätymisrasitusluokkien kanssa kuvassa 4.

Koska pysäköintirakennusten tasorakenteiden yläpintojen määritetyt rasitusluokkayhdistelmät sisältävät sekä XC-luokan karbonatisoitumisrasituksen, että XD-luokan kloridirasituksen, ei karbonatisoitumisrasituksella ole säilyvyysuunnittelun suhteen käytännössä merkitystä. Tämä voidaan perustella sillä, että XD-luokan kloridirasituksen katsotaan olevan aina karbonatisoitumista vaativampi rasitustekijä. [8, s. 31] Lattiapinnoilla myös rakenteen kastuminen hidastaa karbonatisoitumista, koska betonin huokosten täyttyessä vedellä hiilidioksidia ei pääse tunkeutumaan rakenteeseen yhtä tehokkaasti kuin ilmatäytteisiin huokosiin. [26, s. 21]

Kaikkien pysäköintirakennusten sisäänajorampit ja tasot, jotka sijaitsevat 30 m alueella sisääntulosta luetaan kuuluvaksi rasitusluokkayhdistelmään XC3,4; XF2; XD2. Kyseisen luokitusyhdistelmän mukaisesti kuormitetut rakenteet ovat olosuhteissa, joissa rakenteen pinta joutuu suoraan kosketukseen kloridipitoisen veden kanssa ja rakenne altistuu ankaralle pakkas-suolarasitukselle lämpötilan vaihteluiden myötä. [8, s. 31, 62]

Rasitusluokkayhdistelmiksi kylmien pysäköintirakennusten lattiapinnoille on määriteltä XC3,4; XF2; XD1 ja kattotasolla sijaitsevien suojaamattomien pysäköintitasojen yläpinnoille XC4; XF2; XD1. Tämä tarkoittaa sitä, että rakenteet ovat alttiita kloridirasitukselle ja lievälle pakkas-suolarasitukselle. Lämpimien pysäköintilaitosten lattiapinnat luokitellaan pääosin kuuluvaksi rasitusluokkayhdistelmän XC3; XD1, eli ne ovat kloridirasitettuja rakenteita, jotka sijaitsevat sisätiloissa, eikä niihin tällöin kohdistu pakkasrasitusta. [8, s. 17, 19, 62]

Tiiviillä pintarakenteella vaikeutetaan erityisesti kloridien, mutta myös hiilidioksidin pääsyä alusbetoniin, mikä vaikuttaa taso- ja lattiarakenteen säilyvyyteen. Kloridien pakkasrapautumista lisäävä vaikutus on kuitenkin huomioitava pintaratkaisun valinnassa, jotta pintamateriaalin käyttöikä ei jää odotettua lyhemmäksi klorideista johtuvien säilyvyysongelmien vuoksi.

Pysäköintitaloissa lattiapinnoille saattaa myös valua autoista polttoaineita, voiteluaineita ja muita nesteitä, jotka saattavat reagoida betonin tai pinnoitusmateriaalin kanssa. Pintamateriaali ei saisi näin ollen olla herkkä erilaisille öljypohjaisille nesteille, eikä se saisi imeä niitä itseensä.

4.7 Palonkestävyys

Rakennusten paloturvallisuudesta säädettiin uusi asetus vuonna 2017 ja se astui voimaan 1.1.2018 alkaen. Suuria muutoksia edeltäviin, vuoden 2011 rakentamismääräyksiin ei

tehty, mutta asetuksessa aikaisempia vaatimuksia yhdenmukaistettiin. Uudessa asetuksessa pysäköintirakennukset ja pysäköintiin tarkoitettavat tilat on sisällytetty edelleen autosuojia koskevien määräysten alaisuuteen, ja kyseisiä rakennuksia sekä niiden rakennusosien pintamateriaalien paloluokkia koskevat vaatimukset säilyivät ennallaan.

Rakennuksille määritetään paloluokka niiden käyttötarkoituksen, kerrosluvun ja kerrosalan mukaan. Pysäköintitilojen lattiapintojen materiaalikohtaisiin luokkavaatimuksiin rakennuksen paloluokka ei vaikuta, mutta autosuojan lattian pintamateriaalin on täytettävä vähintään luokan A2_{FL}-s1 vaatimukset. [27] Luokitusmerkinnän ensimmäinen osa ilmaisee, kuinka käytettävä rakennustarvike osallistuu paloon ja toinen osa, kuinka paljon se tuottaa savua palaessaan. Autosuojien lattioilta vaadittu luokka A2_{FL}-s1 tarkoittaa, että pintamateriaalin on kuuluttava rakennustarvikkeisiin, joiden osallistuminen paloon on erittäin rajoitettu, ja joiden savuntuotto palamistilanteessa on rajoitettu. [16]

Pysäköintitilojen lattioille asetetut palonkestovaatimukset rajoittavat lattian pinnoittamismahdollisuuksia, sillä esimerkiksi erilaiset polymeeripinnoitteet eivät täytä luokan A2_{FL}-s1 asettamia ehtoja. Tämän vuoksi pääsääntöisesti mahdolliset pinnoitteet pysäköintilaitoksissa ovat sementtipohjaisia ja niiden sisältämien polymeerien määrä rajoitettua. [11, s. 78]

Rakennusten paloturvallisuutta koskevassa asetuksessa kuitenkin esitetään mahdollisuus käyttää pinnoille yhtä pääluokkaa lievempiä vaatimuksia, mikäli voidaan osoittaa, että rakennuksen osaston syttymisen tai paljon leviämisen vaara on tavallista vähäisempi tai tilasta on erittäin hyvät poistumismahdollisuudet. Pinnoille on mahdollista saada lievennyksiä myös, jos pystytään oletettuun palonkehitykseen perustuvilla malleilla osoittamaan rakennuksen paloturvallisuus sen käytön mukaisissa tilanteissa. [16]

Kotimaisissa säädöksissä lattiapintojen palovaatimukset ovat huomattavan tiukat muihin Pohjoismaihin verrattuna. Esimerkiksi Ruotsissa lattioissa on mahdollista käyttää paloluokaltaan vaatimattomampia tuotteita, sillä ruotsalaisten määräysten paloluokan 1 rakennusten osastoivien välipohjien uloskäytävien lattiapinnoilla paloluokkavaatimus on yleensä C_{fl}-s1 [28]. Ruotsissa lattiaurakoitsijoilla onkin tarjolla pysäköintilaitoksien lattiapintoihin ratkaisuja, jotka perustuvat joustaviin ja tiiviisiin polymeeripinnoitteisiin.

Lähtökohtaisesti pysäköintilaitosten lattiakorjauksia suunniteltaessa tulisi pyrkiä etsimään sellaisia ratkaisuja ja käyttämään sellaisia materiaaleja, jotka täyttävät palonkestolle asetetut vaatimukset. Mikäli nähdään, että joustavilla pinnoitteilla saavutettaisiin huomattavaa höytyä, ja kohteessa halutaan käyttää palonkestoltaan vaatimattomampia materiaaleja, on niiden käyttö aina hyväksyttävä paloviranomaisella.

4.8 Muut ominaisuudet

Aiemmissa luvuissa esitettyjen, luokittain määriteltyjen vaatimusten lisäksi betonilattioilta voidaan vaatia ominaisuuksia, jotka ovat oleellisia niiden käyttötarkoituksen kannalta. Muita vaadittavia ominaisuuksia ovat esimerkiksi pinnan ulkonäköön, käyttömu-
kavuuteen ja -turvallisuuteen, sekä puhdistettavuuteen liittyviä seikkoja. [19, s. 27-28]

Ulkonäöllisten vaatimusten voidaan katsoa pysäköintitiloissa liittyvän monessa tapauksessa aikaisemmin käsiteltyyn pinnan halkeilun määrään, joka toisaalta on muutenkin rajoitettava rakenteiden säilyvyyttä ajatellen. Lisäksi pysäköintitiloissa tulisi suosia vaaleita pintamateriaaleja, jotka tehostavat pysäköintilaitoksen valaistuksen toimintaa [1, s. 13].

Ulkonäöllisiin ominaisuuksiin on vaikutusta myös pintaan kuituraudoitetuissa betonilautoissa lattiapintaan jääneiden kuitujen määrällä. Lattioissa, joissa ei ole erillistä pinnoitetta tai esimerkiksi kovabetonista pintakerrosta, pintaan jääviä kuituja sallitaan vain tietty määrä neliötä kohti. Betoniyhdistyksen vuoden 2018 betonilattioita koskevassa ohjeistuksessa määritellään paljaille betonipinnoille ja sirotelattioille pintaan jäävien kuitujen suurimmat sallitut määrät taulukon 3 mukaisesti. [5, s. 31-32]

Taulukko 3. Betonilattian pintaan jäävien kuitujen sallitut määrät [5, s. 32]

Lattian tyyppi	Pintaan jääneiden kuitujen määrä [kpl/m ²]	
	Hyvä laatu	Tavanomainen laatu
Ilman sirotetta	alle 6	6...10
Sirotelattia	alle 3	3...6

Kuitujen määrä pinnasta lasketaan jakamalla lattia sadan neliömetrin ruutuihin ja valitsemalla satunnaisesti näistä ruuduista tarkasteluun viisi, jos koko lattian ala on alle 10 000 m², ja kymmenen jos lattian ala ylittää 10 000 m². Valituista 100 m²:n ruuduista valitaan edelleen sattuman varaisesti kustakin viisi yhden neliömetrin ruutua, joista kaikista lasketaan pinnassa olevien kuitujen määrä ja laskennassa saatujen määrien keskiarvo ilmaisee kokolattian pinnassa olevien kuitujen määrän neliömetriä kohden. [5, s. 32]

Pintaan jäävien kuitujen määrään voidaan vaikuttaa sirotteen lisäksi massan tasauksen jälkeen välittömästi suoritettavalla pintatärytyksellä ja hienoaineksen suhteituksella, ja pystyyn jääneitä kuituja valmiissa lattiapinnassa ei saa olla. Kuitenkin täysin kuiduttoman lattiapinnan saavuttamiseksi joudutaan käytännössä laattaan valamaan erillinen kuiduton pintakerros. Ulkonäön lisäksi esiin jäävät kuidut vaikuttavat erityisesti lattian käytettävyyteen ja käyttöturvallisuuteen, minkä vuoksi joissain tapauksissa voidaan suunnitelmassa vaatia täyttä kuiduttomuutta. [5, s. 31-32] Esimerkiksi yksityisissä pysäköintitiloissa, joissa ihmiset saattavat liikkua ohutpohjaisilla kengillä tai paljain jaloin, tai joissa

kuljetaan lemmikkieläinten kanssa, voivat lattiasta nousseet kuidut aiheuttaa loukkaantumisvaaraa tilojen käyttäjille.

Pysäköintilaitoksen käyttömukavuuteen ja -turvallisuuteen vaikuttaa myös lattiapinnan karheus [1, s. 13]. Liian sileä lattiapinta saattaa olla erityisesti märkänä tai öljyisenä olla liukas, mikä saattaa aiheuttaa vaaratilanteita niin ajoneuvoilla kuin kävellen liikuttaessa. Betonipinnan karheuteen pysäköintilaitoksissa voidaan vaikuttaa esimerkiksi lattian hierrolla [5, s. 32]. Lisäksi liukkautta voidaan säädellä käyttämällä pinnoitteita ja pintamateriaaleja, joiden kitkaominaisuuksia on paranneltu esimerkiksi karhennushiekalla tai pintaan jäävällä runkoaineella.

Lattian käyttömukavuus saattaa häiriintyä myös lattian pölyämisestä, kun betonin pinnan sementtikivi irtoaa kulutusrasituksen seurauksena. Pölyämisen vähentämiseksi lattian pinnasta voidaan hioa pois pölyämisen aiheuttavaa irtoavaa sementtikiveä tai tehdä pinnalle pölynsidontakäsittely esimerkiksi imeyttämällä lattiaan silikaattia. [5, s. 32]

Käyttömukavuuden lisäksi on huomioitava ylläpidon lattiapinnalle asettamat vaatimukset. Pysäköintilaitoksen käytön seurauksena lattiapinnat likaantuvat ja niille kulkeutuu epäpuhtauksia ajoneuvojen mukana, minkä vuoksi niitä kiinteistön ylläpidon toimesta joudutaan pesemään ajoittain. Puhtaanapidon helpottamiseksi lattian tulisi olla muiden vaadittujen ominaisuuksien sallimissa rajoissa mahdollisimman hyvin likaa hylkivä ja helposti puhdistettava [1, s. 13].

5. KORJAUSTAVAT JA KORJAUSTEN SUUNNITTELU

Pysäköintilaitosten lattioiden kohdalla SFS EN 1504 -standardin mukainen betonirakenteiden korjausperiaate vaihtelee kohteesta ja vauriotyypistä riippuen, mutta monesti korjauksilla pyritään fysikaalisen rasituksen vastustuskyvyn lisäämiseen ja pinnan tiivistämiseen. Edellä mainittuihin korjausperiaatteisiin soveltuvia korjaustapoja, kuten impregnointia, pinnoituksia ja pintauksia oli käytetty pysäköintitilojen lattiapintojen korjauksiin diplomityössä tehtyjen kyselyiden ja haastattelujen perusteella.

Tässä luvussa esitellään pysäköintilaitosten lattioille tehtäviä eriasteisia korjaustoimenpiteitä, jotka riippuvat vauriotyypistä ja vaurioitumisen laajuudesta, sekä käydään läpi lattiakorjausten suunnittelua. Korjausten kohdalla esitetään niiden ominaiset käyttökohteet vaurioitumisen, vauriolaajuuden ja vaurioiden sijainnin perusteella. Eri korjaustavoista esitetään tavanomaiset korjaustavan kuvaukset sekä työvaiheet, jotka kuuluvat korjausmateriaalityypin yleensä vaatimiin toimenpiteisiin. Käytettävästä tuotteesta riippuen korjaustyöhön saattaa liittyä erityishuomioita vaativia asioita ja ylimääräisiä työvaiheita. Tästä syystä korjausten toteutuksessa tulee aina noudattaa materiaalivalmistajan työohjeita ja olosuhdesuosituksia. Korjaustöiden yleiset vaatimukset on esitetty julkaisussa ”by 41 Betonirakenteiden korjausohjeet 2016”.

5.1 Paikka- ja halkeamakorjaukset

Pysäköintilaitosten lattiapintojen korjaustarvetta käsittelevässä luvussa 2.2 tuotiin esille lattiapinnoilla ongelmaksi muodostuneet pinnoitteiden paikoittaiset vauriot ja irtoamiset. Pinnoissa voi esiintyä myös paikoittaista kulumista ja halkeilua, mikä ei vielä merkittävästi vaikuta rakenteen käyttöön, mutta lisää kuitenkin rakenteen suuremman vaurioitumisen riskiä. Tämän vuoksi jo pienellä alueella esiintyvät kulumisurat ja lattiarakenteen vauriot on suositeltavaa korjata, kun niitä havaitaan.

Betonisten lattiapintojen paikallisten ja pienten vaurioiden korjaukset voidaan toteuttaa samojen perusperiaatteiden mukaan kuin muidenkin betonirakenteiden paikkaukset. Liikennöidyillä tasoilla paikkakorjaukset voidaan toteuttaa käyttämällä suuren lujuuden paikkalaasteja, jotka kovettuvat nopeasti ja korjaus häiritsee mahdollisimman vähän rakennuksen käyttöä. Lattiamateriaalista riippuen voidaan kuitenkin joutua tekemään kompromisseja, sillä esimerkiksi sirotteella tehtävissä paikkakorjauksissa suositeltavaa, että voimakasta liikennesäätöä korjatussa kohdassa rajoitetaan ainakin viikon ajan korjauksesta [17].

5.1.1 Lattiapinnan paikkaaminen

Pieniä paikkakorjauksia voidaan tehdä tapauksissa, joissa lattiabetonin pinnasta tai pinnoitteesta on irronnut pieni alue tai lattiassa oleva halkeama on laajentunut suuremmaksi vaurioksi. Pysäköintilaitoksissa varsinkin sisäänajon läheisyydessä pienetkin vauriot helpottavat kloridien tunkeutumista syvemmälle rakenteeseen. Mikäli paikkakorjausta vaativia kohtia on lattiassa useampia lähellä toisiaan, on hyvä ottaa tarkasteltavaksi vaihtoehdoksi korjaussuunnittelussa koko vaurioituneen alueen pohjustus, vauriokohtien täyttö ja uudelleen pinnoittaminen yksittäisten vaurioiden paikkaamisen rinnalle.

Paikkakorjauksen esityönä vaurioituneesta kohdasta ei tarvitse poistaa betonia suurissa määrin, vaan korjattavasta kohdasta poistetaan tasorakenteen pinnan vaurioitunut osa ehjään betoniin asti [12, s. 61]. Mikäli korjattavassa lattiarakenteessa todetaan paljastuneita tai korroosiolle mahdollisesti alttiita teräksiä, on teräkset paljastettava aina siten, että niiden ympäriltä poistetaan karbonatisoitunut tai kloridipitoinen betoni, joka voi aiheuttaa terästen vaurioitumista. Raudoitteet tulee paljastaa siten, että vauriokohdan molemmista päistä poistetaan vaurioitumatonta betonia 100 mm matkalta raudoitteen ympäriltä vähintään 1,5 kertaa raudoitteen halkaisijan, mutta vähintään 15 mm. [14, s. 38]

Mikäli paljastetun raudoitteen voidaan katsoa täyttävän vielä rakenteen toiminnan kannalta sille asetetut vaatimukset, se puhdistetaan ruosteesta ja epäpuhtauksista korjattavaan kohteeseen sopivalla menetelmällä, kuten hiekkapuhaltamalla. Puhdistetut raudoitteet on käsiteltävä tarpeen vaatiessa erityisellä korroosiosuoja-aineella, mikäli korjauslaasti itsessään ei toimi korroosiosuojana. [14, s. 40-41] Puhdistettujen raudoitteiden korroosiosuojaus on tehtävä heti puhdistamisen jälkeen, jotta teräksen pintaan ei ehdi muodostua lisää korroosiotuotteita, erityisesti tehtäessä korjaustöitä kosteissa olosuhteissa. Pysäköintitilojen lattiapinnoilla vallitsevan kloridirasituksen johdosta on paikkakorjauksissa rakenneterästen korroosiosuojaukseen syytä kiinnittää erityistä huomiota korjaustapaa ja -tuotteita valittaessa.

Ennen paikkauslaastin levittämistä on ensiarvoisen tärkeää, että paikkakohdan alustasta on poistettu irtoaines, pöly ja muut epäpuhtaudet, jotka saattavat heikentää paikkauslaastin tartuntaa [14, s. 40]. Puhdistettu alusbetoni on ennen paikkauslaastin levittämistä kastettava mattakosteaksi, kuten yleisestikin kovettuneen betonin päälle valettaessa on tehtävä. Alustan kasteleminen on tärkeää päälle valettavan paikkausmassan toiminnan kannalta, jotta korjauslaastiin sekoitettu vesi ei imeydy alusbetoniin, jolloin laastin vesi-sementtisuhde häiriintyy. [12, s. 61] Kosteuden imeytyminen betoniin riippuu sen huokoisuudesta, mikä on aina otettava kohdekohtaisesti huomioon. Jotta betoniin saadaan imeytettyä tasaisesti sopiva määrä kosteutta, on esikostutus hyvä tehdä jopa vuorokausi ennen itse korjaustyötä. Kostuttamisessa huomioitavaa on, että pinnalla missään tapauksessa saa olla paikkaustyön alkaessa irtovettä. [14, s. 33-34]

Joissakin tapauksissa käytettävän korjauslaastin käyttö edellyttää erillisen tartuntalaastin käyttöä, erityisesti jos korjattavan rakenteen betoni on huokoinen, jolloin se myös imee korjauslaastin kosteutta voimakkaammin. Tartuntalaasteina käytetään yleensä polymeerimodifioituja ja hienorakeisia sementtituotteita, jotka harjataan tai ruiskutetaan esikostutetulle pinnalle ja ne tunkeutuvat alusbetonin huokosiin muodostaen hyvän tartuntapinnan itse korjauslaastille [14, s. 41]. Tartuntalaastia käytettäessä on perehdyttävä aina valmistajan ohjeisiin, sillä jälkihoidon vaatimukset ja aikaikkuna, jossa tartuntalaasti on päälle käsiteltävissä, vaihtelevat tuotekohtaisesti. Huomioitavaa on, että erityisesti joillakin polymeerimodifioituilla tuotteilla tartuntalaastin kuivumisella saattaa olla jopa haitallinen vaikutus itse korjausmassan ja alustan väliseen tartuntaan. Lisäksi on aina varmistettava, että käytettävät korjaustuotteet ovat keskenään yhteensopivia.

Itse paikkauslaasti on usein huomattavan jäykkää ja se levitetään tartuntalaastilla käsitellylle pinnalle tai esikostutetulle betonille. Syvissä koloissa paikkauslaastin levittäminen on tehtävä usein korjauslaastista riippuen tietyn paksuisissa kerroksissa, kutistumisesta johtuvan halkeilun estämiseksi. [14, s. 41]

Pysäköintitilojen lattioiden paikkakorjaukset vaativat usein nopeasti kovettuvan paikkauslaastin, jotta pienillä korjaustöillä häiritään rakennuksen käyttöä mahdollisimman vähän. Nopeasti kovettuvien ja vähän kutistuvien laastien ominaisuudet saadaan aikaan niihin lisätyillä polymeereillä. Polymeerimodifioidut korjaustuotteet vaativat yleensä erittäin pienen määrän vettä toimiakseen ja niiden käytössä on huomioitava, että tuote vaikuttaa erittäin jäykältä ennen sementtiin lisätyn notkistamislisäaineen aktivoitumista [29].

Kuten kaikkien sementtituotteiden, paikkauslaastienkin toiminta perustuu hydrataatioreaktioon. Sementtikiven muodostuminen ja laastin kovettuminen vaativat vettä, minkä vuoksi paikkauskohdan liian nopea kuivuminen voi aiheuttaa paikkauksen halkeilua ja vajautta laastin lujuudenkehityksessä. Jälkihoito voidaan toteuttaa sumuttamalla valukohdasta tai peittämällä se muovikalvolla, jolloin kosteuden haihtuminen korjausmassasta estyy. [14, s. 56]

Paikkakorjausten jälkihoitoon voidaan käyttää myös erityisiä jälkihoitoaineita. Korjauslaastien valmistajilla on varta vasten korjauslaastien jälkihoitoon suunniteltuja aineita, joita suositellaan käytettäväksi paikkauksissa tai joita voidaan käyttää, mikäli muiden jälkihoitotekniikoiden käyttäminen on olosuhteista johtuen haasteellista [29].

Pysäköintilaitosten lattioiden pienissä paikkakorjauksissa käytettävät tuotteet tulee valita siten, että ne itsessään ovat riittävän lujuuden omaavia ja kestävät mekaanista kulutusta. Paikkakohtien pinnoittaminen ei ole yleensä tarpeellista, ellei lattiaa aiota pinnoittaa suuremmalta alalta paikkausten jälkeen. Mikäli lattiapinta pinnoitetaan, on varsinaisen paikkakorjauksen jälkeen korjattu kohta ylitasoitettava tasoituslaastilla, mikäli se ei sellaisenaan täytä pinnoitettavalle lattialle asetettuja vaatimuksia.

5.1.2 Halkeamien korjaaminen

Kuten pinnoitteen irtoaminen tai betonisen lattiapinnan lohkeilu, voi myös pysäköintilaitoksissa lattian pintakerroksen halkeilu alentaa rakenteen säilyvyyttä ja vaikuttaa haitallisesti sen toimintaan. Halkeamia pitkin ajoneuvojen mukana kulkeutuva kloridipitoinen vesi ja hiilidioksidi pääsevät tunkeutumaan paikallisesti syvemmälle rakenteeseen, mikä voi lisätä luvussa 4 esiteltujen vauriomekanismien, kuten korroosiovaurioiden ja pakkasrapautumisen riskiä. Pysäköintilaitosten kohdalla lattioiden halkeamat pienetkin halkeamat tulisi korjata, mikäli niiden voidaan katsoa alentavan lattiapinnan tiiviyn ja aiheuttavan riskin koko kantava rakenteen säilyvyydelle. Suuret halkeamat voivat myös liikennesituaation alaisena lohjeta ja lähteä leviämään suuremmiksi vaurioiksi.

Halkeamien korjaamistapoja on erilaisia ja korjaustavan valintaan vaikuttavat korjattavien halkeamien tyyppi ja koko, mutta ennen korjausta tulisi aina selvittää mistä halkeilu johtuu ja onko sen takana rakenteellisia ongelmia, jotka voivat vaikuttaa rakenteen turvallisuuteen [29, s. 76]. Halkeamien korjausmahdollisuudet ja käytettävä korjaustapa on aina määritettävä tapauskohtaisesti, eikä halkeamakorjauksille voida antaa täysin yleispäteviä ohjeita. Kaikissa tapauksissa ei voida korjata vain pintabetonissa olevaa halkeilua, koska sen taustalla voivat olla esimerkiksi ongelmat alusrakenteessa, jolloin on ryhdyttävä raskaampiin korjaustoimenpiteisiin.

Pieniä plastisesta kutistumasta johtuvia halkeamia esiintyy yleensä betonirakenteiden pintaosissa [14, s. 77]. Tämän tyyppinen halkeilu ei yleensä ole rakenteellisesti haitallista, mikäli halkeamat eivät ala aueta rakenteen pitkäaikaisen kutistumisen seurauksena. Lattian pintaan rajoittuvaa plastista hiushalkeilua voidaan pysäköintitiloissa korjata esimerkiksi silikaattikäsittelyllä. [12, s. 59] Silikaatin imeytyessä halkeamiin se reagoi betonissa olevan kalsiumhydroksidin kanssa täyttäen ja tiivistäen pienet halkeamat.

Suurempien halkeamien korjaaminen voidaan toteuttaa injektoimalla, jolloin halkeama täytetään pumppaamalla siihen kovettuvaa nestemäistä ainetta. Yli 0,2 mm levyisiä halkeamia voidaan korjata injektoimalla niihin muovipohjaisia injektointiaineita. Leveydeltään suurempia, useamman millin halkeamia voidaan injektoida myös sementti-injektointia hyödyntämällä. Injektointi toteutetaan sinetöimällä halkeama päältä ja poraamalla siihen injektointiputkia, joiden kautta injektointimassa ruiskutetaan rakenteeseen. [14, s. 77] Injektointiaine on valittava sen mukaan, onko kyseessä pysyvä ja liikkuva halkeama. Mikäli halkeamassa tapahtuu liikkumista, on suositeltavaa käyttää muovipohjaisia, joustavia injektointimassoja korjatun halkeaman aukeamisen estämiseksi. [12, s. 59]

Jatkuvat liikkuvat halkeamat toimivat usein rakenteen liikuntasauaman korvaajana, kun laatan liikkeet eivät ole tapahtuneet suunniteltujen liikuntasauamojen kohdalla. Tällöin halkeaman injektointi voi estää rakenteessa tapahtuvan liikkeen, jolloin laatan liikkeiden seurauksena se halkeaa seuraavaksi heikoimmasta kohdasta. Mikäli liikkuvat, jatkuvat

halkeamat ovat riittävän suoria, voidaan harkita niiden sahaamista ja muuttamista liikuntasaumaksi. [14, s. 78] Halkeaman kohtaan leikattuun uraan voidaan upottaa liikuntasumaraudoite, joka tukee ja suojaa betonia laatan reunoissa. Uusien saumojen sahaaminen on kuitenkin aina harkittava tapauskohtaisesti ja varmistettava, että halkeaman taustalla ei ole vakavampia rakenteellisia ongelmia [12, s. 59].

5.2 Saumakorjaukset

Betonisten laattarakenteiden kutistumisesta ja lämpöliikkeistä johtuvia sisäisiä pakkovoimia pyritään hallitsemaan liikuntasauomoilla, joita toteutetaan liikuntasaumalaitteilla ja saumaraudoilla. Väärästä toteutustavasta tai rakenteen odottamattomasta elämisestä johtuen saumat voivat aueta siten, että saumarauta tai liikuntasaumalaitte irttaa betonista, jolloin muodostuvasta raosta pääsee vettä rakenteeseen ja mekaaninen kulutus voi murtaa tukemattoman laatan reunan.

Vaurioituneiden saumojen korjaamiseen on kehitetty erityisesti kyseiseen tarkoitukseen sopivia saumaraudoitteita. Tällöin vaurioituneen sauman saumarauta poistetaan rakenteesta ja se korvataan uudella raudoitteella, joka tukee laatan reunoja ja estää veden ja epäpuhtauksien pääsyn rakenteeseen. [30]

Saumakorjaus aloitetaan poistamalla vanha saumaraudoite saumakohdasta. Raudoitteen lisäksi poistetaan sen ympäriltä rapautunut betoni ja tehdään laatan reunaan valmistajan ohjeiden mukaiset urat, joihin saumaraudoite upotetaan ja korjauslaasti valetaan [31]. Betonin poiston laajuudessa menetellään samaan tapaan kuin pienissä paikkauskorjauksissa ja poistetaan vain laatan saumakodan vaurioitunut osa, jotta käytettävä korjauslaasti saadaan kiinnitettyä ehjään betoniin.

Raudoitteen ja rapautuneen betonin poistamisen jälkeen sauma ja sitä ympäröivä paikattava osa laattaa tulee puhdistaa kaikesta epäpuhtauksista ja korjauslaastin tartuntaa haittaavista tekijöistä. Puhdistettu pinta kostutetaan mattakosteaksi ennen korjaustöiden aloittamista laastipaikkausten tapaan. [31]

Saumarauta asennetaan saumaan oikeaan kohtaan ja asentoon tuotekohtaisten asennustarvikkeiden avulla ja valmistajan ohjeiden mukaisesti. Kun saumaraudoite on paikallaan ja sen ankkurointiosat ovat laatan reunoihin tehdyissä urissa, urat valetaan täyteen tarkoitukseen sopivaa korjauslaastia käyttäen. Laastin kovettuttua raudoitteen asemointiin tarvittavat asennustarvikkeet voidaan irrottaa raudoitteesta. [31] Korjauslaastilla tehtävä reunan täyttö tehdään luvussa 5.1.1 esitettyjen periaatteiden mukaisesti ja korjausmateriaalien valmistajien ohjeiden mukaisesti.

Riippuen käytettävästä korjauslaastista, voidaan saumakorjauksia toteuttaa nopealla tahdilla, kun käytettävän tuotteen kovettumisaika on lyhyt. Saumojen korjaamisella ei tällöin

häiritä tilojen käyttöä välttämättä huomattavia määriä, mutta estetään vaurioituneen sauman aiheuttamat lisävauriot ja säilyvyysongelmat. Pysäköintilaitoksessa käytettävää saumakorjausta suunniteltaessa tulee aina varmistaa, että kyseinen saumaraudoite soveltuu liikennöidyille alueille, ja että se tiivistää sauman estäen veden pääsemisen alusrakenteisiin.

5.3 Silikaattikäsittely

Pysäköintilaitoksissa voi esiintyä lattiapinnan pölyämistä, kun renkaiden hankaava kulutus irrottaa hienoainesta sementtikivistä. Luvussa 3.2 esitellyn silikaattikäsittelyn avulla voidaan vähentää lattian pölyämistä betonipinnan tiivistämisellä. Silikaattikäsittelyä ja sen betonirakennetta tiivistävää vaikutusta voidaan hyödyntää myös betonin kulutuskestävyyden parantamisessa pysäköintilaitosten vähemmän liikennöidyillä alueilla, vaikka sen vaikutus kulutuskestävyyteen onkin rajallinen. Koska silikaattikäsittely sulkee betonin huokosia, sillä pystytään myös vaikeuttamaan epäpuhtauksien ja kloridien pääsemistä rakenteeseen. Silikaattituotteiden erot perustuvat lähinnä niissä käytettävään lisäaineeseen, joita ovat esimerkiksi natrium ja litium.

Impregnointi on mahdollista tehdä tavallisen betonin lisäksi sirotepinnalle ja kovabetonille [32]. Silikaattikäsittelyä voidaan näin ollen käyttää tehostavana keinona kulumista vastaan myös kovan kulutusrasituskestävyyden pintamateriaaleilla. Käsittelyn tehostamiseksi lattian pinta voidaan hioa siten, että pinnasta saadaan pois hienoainesta ja lattiapintaan jäljelle jää enemmän suurempaa ja kovempaa kiviainesta. Hionta on suositeltavaa erityisesti korjaavissa toimenpiteissä, joissa silikaattikäsittelyllä pyritään parantamaan vanhan betonipinnan tiiviyyttä ja jossain määrin myös kulutuskestävyyttä. Joillakin silikaattituotteilla vanhan pinnan hionta on vaatimuksena käsittelyn tekemiselle [33].

Lähtökohta impregnointiaineiden käytölle on, että pinta on puhdas, jotta silikaatin reagointi betonissa ei häiriinny [32] [33]. Pysäköintitaloissa käsiteltävillä pinnoilla voi olla esimerkiksi ajoneuvoista valuneita voiteluaineita sekä muita epäpuhtauksia, minkä vuoksi käsiteltävät lattiapinnat tulee pestä huolellisesti ennen silikaattiliuoksen levittämistä.

Silikaattiliuos kaadetaan käsiteltävälle pinnalle kannulla tai se voidaan ruiskuttaa. Kun pinta on kasteltu impregnointiaineella, sitä levitetään esimerkiksi harjaamalla, jotta silikaatti pääsee tunkeutumaan mahdollisimman syvälle rakenteeseen. Silikaattia levitetään pinnalle, kunnes betoni ei enää ime sitä itseensä. Käsiteltävä pinta tulee kuitenkin pitää märkinä 15 minuutista puoleen tuntiin, jotta aine ehtii imeytyä riittävän syvälle. Imeytysaika riippuu siitä, mitä impregnointituotetta käytetään ja silikaattikäsittely on aina tehävä tuotevalmistajan ohjeiden mukaisesti. [32] [33]

Nestemäinen materiaali poistetaan imeytysajan jälkeen pinnalta ja lattiapinta puhdistetaan imeytymättömästä materiaalista. Mikäli ylimääräistä silikaattia ei poisteta, se muodostaa lattian pintaan kalvon, jonka väri poikkeaa alusbetonista riippuen silikaatin sisältämästä apuaineesta. [32]

5.4 Pinnoitekorjaukset

Pysäköintilaitosten lattioissa voi vaurioitumista olla jossain tapauksissa niin laajalla alueella tai yksittäisiä vauriokohtia on niin paljon, ettei niitä ole taloudellisesti ja teknisesti järkevää ruveta korjaamaan yksittäisillä paikkakorjauksilla. Tällöin voidaan suorittaa laajemmalle alueelle korjaus esikäsittelemällä ja tasoittamalla lattia korjausmassalla, jonka päälle tehdään kulutuskestävyyttä suojaava pinnoitus. Mikäli lattiassa ei ole on esimerkiksi paljon hienoa pintahalkeilua, voidaan pelkällä pinnoitteella saada tehtyä pinnasta tasainen ja kestävämpi. Pinnoittamisella voidaan myös jonkin verran suojata alempia rakenteita muilta ulkopuolisilta rasisustekijöiltä.

Luvussa 4.7 esitettyjen, Suomen rakentamismääräyksissä autosuojan lattiamateriaaleille asetettujen vaatimusten vuoksi pysäköintilaitosten sisätiloissa sijaitsevien lattiapintojen tulee olla lähtökohtaisesti palamattomia. Suomessa ilman erillisselvityksiä on käytettävä sementtipohjaisia pinnoitteita. Näissä kuitenkin voi olla pieniä määriä lisättyjä polymeerejä, joilla parannetaan pinnoitteen ominaisuuksia.

Pinnoituskorjaus vaatii käytettävästä tuoteryhmästä riippumatta perusteellisen alustan puhdistuksen. Lujan tartunnan saavuttamiseksi pinnoitettavasta alustasta on poistettava pöly, öljy, sementtiliima, vanhat päällysteet ja kaikki irtonainen sekä tartuntaa häiritsevä aines. [15, s. 36]

Sementtipolymeeripinnoitteilla alusbetonille tehdään mekaaninen karhennus, jolla parannetaan pinnoitteen tartuntaa alustaan. Pinnoitettavalla alueella havaittavat vesivuodot on tukittava ja sillä olevat muut suuret vauriokohdat sekä halkeamat on myös yleensä täytettävä ennen pinnoitusta tarkoitukseen sopivalla korjauslaastilla. [34]

Tavallisilla polymeeripinnoitteilla käsiteltävän pinnan tulee olla kuiva työn alkaessa ja lattian riittävän alhainen kosteus on syytä todentaa kosteusmittauksilla ennen pinnoitus-työn aloittamista. Polymeeripinnoitteista eroten sementtipohjaisia tuotteita ja sementtipolymeeripinnoitteita käytettäessä sen sijaan on käsiteltävälle pinnalle tehtävä alustan esikostutus. [15, s. 29-31]

Sementtipolymeeripinnoitteet vaativat tuotteesta riippuen erillisen alustan pohjustuksen, joka tehdään kostutetun alustan päälle [34]. Pohjustamisen jälkeen suoritetaan varsinainen pinnoitustyö, jossa pinnoitemassa levitetään ohueksi kerrokseksi lattiapinnalle valmistajan ohjeiden mukaisesti. Sementtipolymeerimassat voivat olla itsesiliäviä tai alus-

taan hierrettäviä. Pinnoitettava lattia jaetaan osiin, joissa pinnoitus katkeaa yleensä aluslaatan saumakohdissa. [15, s. 27, 41-42] Jotta itsesiliävistä pinnoitteista saadaan tiivis, voidaan pinnoite levitysvaiheessa esimerkiksi telata piikkitelalla, joka poistaa pinnoitemassasta ilmakuplia. [34]

Sementtipohjaisilla tuotteilla pinnoitettaessa käsitellylle pinnalle tulee pinnoitteen levittämisen jälkeen suorittaa kunnollinen jälkihoito liian nopean kuivumisen estämiseksi. Tätä varten valmistajilla on yleensä omille tuotteilleen suunnitellut jälkihoitoaineet ja ohjeistus, joita noudattamalla työn viimeistely tulee tehdä.

Joillakin tuotteilla pinnan karheutta voidaan lisätä pinnoitteen kanssa yhteensopivan karhennushiekan kanssa, jota levitetään ennen pinnoitteen kuivumista käsiteltävälle lattiapinnalle. Pinnoitteen karhennuksella voidaan myös parantaa sen kulutuskestävyyttä, mikä on huomionarvoista erityisesti pysäköintitilojen lattiapinnoilla. Hiekalla karhennettu sementtipinnoite voidaan käsitellä tarkoitukseen sopivalla lakalla, jota levitetään pinnalle ohut kerros ylimääräisen hiekan poistamisen jälkeen. [34]

Sementtipolymeerimassoilla suoritettava pinnoitus antaa lattialle perusbetonia paremman kulutuskestävyyden ja osa tuotteista on todella nopeasti kovettuvia, jolloin korjaukset on mahdollista toteuttaa häiritsemättä pysäköintilaitoksen käyttöä suurissa määrin. Vaikka käyttöikäsuunnittelussa pinnoitteiden vaikutusta alusrakenteen rasitusluokkaa määrittäessä ei voida ottaa huomioon, pystytään niillä käytännössä jonkin verran suojaamaan vanhoja rakenteita yläpuolisilta rasitustekijöiltä, koska useat tuoteryhmän tuotteet ovat vedenpitäviä. Pinnoitteiden ohuen kerrospaksuuden vuoksi niillä ei voida kuitenkaan perustellusti alentaa alusrakenteen rasitusluokkaa, koska tiiveyden saavuttamiseksi pinnoitteen on oltava ehjä.

5.5 Kovabetonipinta

Kaikkein raskaimmin liikennöidyissä pysäköintilaitoksissa lattiapinnan riittävän kulutuskestävyyden saavuttaminen voi olla erittäin vaativa tehtävä. Diplomityön yhteydessä tehtyjen pysäköintihallien katselmuksien myötä ilmeni, että esimerkiksi kauppakeskusten pysäköintitilojen lattiapinnat ja ajoluiskat kuluivat suurten ajoneuvomäärien seurauksena huomattavan nopeasti ja laaja-alaisesti. Tällöin pelkät paikkaukset eivät riitä, vaan kuluminen on saatava hallintaan suuremmalta alalta, jolloin varteenotettavana vaihtoehtona on käyttää korjauksessa kovabetonia, joka kestää pitempään rankkaa mekaanista kuluusta. tavallista pinnoitetta kovemmalla ja paksummalla kovabetonipintaauksella voidaan myös pienentää alusrakenteen rasitusluokkaa, koska pinnoitteista eroten se voidaan luokitella erilliseksi pintakerrokseksi.

Vanhan betonilattian kovabetonipintausta vaatii pinnan esikäsitteily, jossa vanhasta lattiasta poistetaan pinnoitteet sekä vaurioitunut ja likainen pintaosa esimerkiksi sinkopuh-

distamalla [35] [36]. Hyvä tartunta alustaan on erittäin tärkeää kaksikerrosratkaisun toiminnan kannalta. Betonin pinnasta tulee poistaa sementtiliima, joka heikentää kovabetonin ja alustan välistä tartuntaa [33] [37]. Jotta kovabetonipinta onnistuu ja sillä päästään tavoiteltuun kulutuskestävyyteen, tulee pohjabetonin olla ehjää ja tervettä, vetolujuudeltaan vähintään 1,5 MPa. Mikäli pinnoitettavan lattian betonissa epäillään laatuvirheitä tai syvemmälle edennyttä vaurioitumista, ei kovabetonipintausta tule suorittaa ilman alusbetonin tarkempia tutkimuksia. [33]

Kovabetonit asettavat vaatimukset alustan tasaisuudelle, koska työmenetelmässä lattiaan tehdään erillinen pintakerros, jonka paksuus on suurimmillaan vain parin sentin luokkaa. Mikäli korjattavalla alueella on syviä kulumisuria, on lattiaa usein jysyttävä, jotta alustasta saadaan tasainen. Lattiapinnan jysymisessä huomioitavaa on, että jysymissyvytydellä määrätään lopullisen lattiapinnankorkeus. Jysymässä syntyvä pöly ja muu irtomainen lattiapinnalla poistetaan käyttämällä imuria tai painepesuria tilanteesta riippuen [33].

Ulkomaisista ohjeistuksista esimerkiksi australialaisissa väylärakentamisen betonipintojen hionta- ja jysyntäohjeissa tuodaan esille jysynnän vaikutus myös alempiin betonikerroksiin [38]. Suomalaisissa betonilattiaohjeistuksissa huomautetaan myös, että jysyntä paitsi irrottaa betonista sen pintakerroksen, rikkoo se myös syvemmältä betonin sisäisiä liitoksia muodostaen mikrohalkeamia. Tämän vuoksi jysynnän tarpeellisuutta tulee aina miettiä tapauskohtaisesti ja työvaihe tulee aina suorittaa mahdollisimman hienovaraisia menetelmiä ja kalustoa käyttäen, jotta ei tuotettaisi turhaa vaurioitumista syvemmälle betoniin. [5, s. 181]

Mikäli korjaustyön pohjatyönä tehtävä jysyntä suoritetaan liian karkealla tasolla, voidaan pahimmassa tapauksessa vaurioittaa alusbetonia siten, että sen vetolujuus heikkenee huomattavasti. Tällöin uutta pintakerrosta ei saada tarttumaan alustaan suunnitellusti ja alusbetonin peittäminen johtaa pintakerroksen irtoamiseen. Suositeltavaa on käyttää jysynnän lisäksi hienovaraisempia käsittelyitä, kuten sinkopuhallusta, jotta alustan vetolujuus säilyy vaaditulla tasolla. [39]

Edellisten esikäsittelyjen, erityisesti jysynnän suorittamisen jälkeen pinnattava alue on tarkastettava halkeamien varalta. Mikäli alustassa havaitaan halkeamia, on ne injektoitava ennen kovabetonipinnan asentamista tarkoitukseen sopivalla injektointimassalla. Myös mikäli alustaan on jäänyt koloja tai epätasaisuuksia, on ne korjattava huolellisesti korjausmassalla ennen uuden pintakerroksen ja sen primerin levittämistä [36].

Korjattaessa vanhaa lattiapintaa kovabetonipinnalla on alusta esikostutettava kuten muitakin sementtituotteita kuivalle betonipinnalle käytettäessä. Esikostutus tehdään noin vuorokausi ennen pintaustöitä, ja alustan tulee olla varsinaisen kovabetonityön alkaessa mattakostea. Lammikoitumista tai irtonaista vettä pinnalla ei saa olla. [37]

Ennen varsinaisen kovabetonilevittämistä kostutetulle alusbetonille levitetään tartuntalaasti harjaamalla. Tartuntalaastikerros tulee pitää ohuena ja se on levitettävä siten, että

se tunkeutuu alusbetonin huokosiin ja tarttuu tiukasti kiinni alustaan. Varsinainen kovabetonityö on tehtävä ennen kuin tartuntalaasti kuivuu, jotta alustan ja kovabetonin väliin ei muodostu erillistä kerrosta. [37]

Kovabetonipintausta tehdään aina kostealle alustalle, tuoreen betonin päälle valamisen tavoin. Pintakerroksen massa levitetään esikäsitellylle betonipinnalle suunniteltuun tasoon käyttämällä pyöröteräksisiä ohjuritankoja. Tavallisen valubetonin tavoin pintauksessa käytettävä kovabetonimassa on tiivistettävä ja tiivistystyö voidaan toteuttaa käyttämällä esimerkiksi linjaaria tai tärypalkkia. Sirotteiden tavoin monet perinteiset kovabetonit ovat valmiita seoksia, joissa runkoaine on erikoisluja ja sen määrä kuiva-aineessa on valmistusprosessissa määritetty, jolloin kuiva-aineeseen lisätään työmaalla ainoastaan vesi. [37] Tuotekehityksen myötä markkinoille on kuitenkin tullut myös tuotteita, joihin suunnitella voi yhdessä materiaalitoimittajan kanssa määrittää lisättäväksi muitakin komponentteja riippuen kohteesta pinnalta vaadituista ominaisuuksista.

Kovabetonipinnan kovetuttua kävelynkestäväksi aloitetaan pinnan hiertäminen. Pinnan hiertämisellä saadaan suljettua kovabetonin huokosia, millä vaikutetaan valmiin lattian tiiviyyteen. Hiertämistä jatketaan, kunnes lattiapinnalle suunnitelmissa määrätty viimeistelytaso on saavutettu. [35] [37]

Kovabetonipinnan jälkihoito aloitetaan, kun pinta on hierretty viimeisen kerran ja sen työstö on saatu päätökseen. Jälkihoidossa käytetään valmistajan suosittamaa jälkihoitoainetta ja lisäksi kostutusta, mikäli olosuhteet sitä vaativat. Jälkihoitoaika riippuu käytetystä tuotteesta ja sen kovettumisnopeudesta, mutta tavallisilla kovabetonituotteilla jälkihoitoaika voi olla jopa 14 vuorokautta. [37]

Haasteellista kovabetonin kannalta on se, että kaikkein raskaimmin rasitetut lattiat sijaitsevat tiloissa, joissa pitkät käyttökätköt eivät ole hyväksyttävissä ja korjaustyön tulisi olla kestoaltaan mahdollisimman lyhyt. Markkinoilla on kuitenkin myös kovaa kulutusta kestäviä ja nopean lujoudenkehityksen omaavia tuotteita, joilla kovan pintakerroksen tekeminen voidaan toteuttaa siten, että uusi pinta on jopa vuorokauden sisällä valamisesta päälle ajettavissa.

5.6 Lattioiden pintakorjauksen suunnittelua edeltävät vaiheet

Pysäköintitilojen käyttötarkoitus ja käyttötaajuus asettavat aina kohdekohtaiset tarpeet lattian kestävyydelle, minkä lisäksi mahdolliset rakenteelliset ongelmat tulee ottaa huomioon korjauksen suunnittelussa. Lattialta vaadittavien ominaisuuksien pohjalta on jokaista korjattavaa pysäköintilaitosta tarkasteltava aina omana kohteenaan.

Kohdekohtainen tarkastelu on jaettava erikseen tarkasteltaviin alueisiin pysäköintilaitosten lattioita kuormittavan mekaanisen kulutuksen epätasaisuuden vuoksi. Joissakin ta-

pauksissa lattiassa voi ajoväylällä muutamassa kohdassa olla hyvinkin voimakasta urautumista, mutta lattia on muuten hyväkuntoinen. Korjaustarpeen määrittämisessä tärkeää on selvittää sen laajuus ja valita rasisitusten mukaan oikea korjaustapa ja pintamateriaali kuhunkin osaan lattiaa.

Ensisijaisesti lattioiden korjaustarvetta selvitetäessä suoritetaan kohteessa kuntoarvio ainetta rikkomattomin menetelmin ja lattioiden sekä tasorakenteiden kuntoa arvioidaan aistinvaraisesti. Kerättyjen havaintojen perusteella arvioidaan lähtötietojen riittävyys korjaussuunnittelun kannalta. Mikäli tarkastuksessa havaitaan esimerkiksi rakenteen toimintaa mahdollisesti haittaavia vaurioita tai puutteita, suoritetaan tarkempi kuntotutkimus ainetta rikkovin menetelmin.

5.6.1 Korjaustarpeen arviointi

Korjaushanke alkaa tavallisesti, kun kiinteistönomistajan tietoon tulee silmin havaittavia vaurioita rakenteissa. Ideaalitulanteessa kiinteistön säännöllisen kunnon tarkkailun yhteydessä tehtäviin havaintoihin perustuen kiinteistönpidon tulisi reagoida nopeasti poikkeavuuksia tai puutteita havaittaessa. Kiinteistön ylläpidossa tehtyjen havaintojen pohjalta aloitetaan hankesuunnitteluvaihe, jossa kohteelle tehdään korjaustarpeen arviointi ja tarvittaessa tarkemmat kuntotutkimukset. Hankesuunnitteluvaiheessa tehtävien selvityksien perusteella valitaan korjausperiaate, jota toteuttaen korjaussuunnittelu tehdään. [14, s. 11]

Korjaushankkeen alussa tehtävässä esiselvitysvaiheessa määritetään katselmuksella silmämääräisesti rakenteiden vaurioitumista ja pyritään vanhojen suunnitelmien pohjalta paikallistamaan rakenteet, joissa on mahdollisuus vaurioiden syntymiselle [40, s. 65-66]. Pysäköintilaitosten lattiakorjauksien tapauksessa jo esiselvitysvaiheessa tehtävällä kuntoarviolla pystytään kartoittamaan korjaustarpeen laajuutta, koska pintakerrosten kuluminen on mahdollista havaita silmämääräisesti. Myös laattarakenteiden saumoja ja niiden halkeilua pystytään havainnoimaan ilman pintaa syvemmälle meneviä tutkimusmenetelmiä.

Betoniyhdistyksen julkaisussa ”BY 42 Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013” tuodaan esille, että julkisivurakenteiden korjaustarvetta määritettäessä tulisi aina tarkastella tilanetta myös siitä näkökulmasta, onko rakenne käyttökänsä päässä vai voidaanko sitä vielä hyödyntää. Mikäli rakenteessa havaitaan vaurioita, mutta voidaan varmistua siitä, että ne eivät aiheuta onnettomuusvaaraa tai muuta merkittävää riskiä, voidaan korjaamisen ajankohtaa lykätä. [40, s. 50]

Pysäköintilaitosten lattioille edeltävää soveltaen voidaan arvioida vaikuttaako pinnan vaurioituminen huomattavasti tilojen käytettävyyteen tai asettaako se riskin alusrakenteen säilyvyyteen. Pyörärasituksen alaisella pinnalla kuluminen on aina väistämätöntä, mutta

toisaalta ilmiö otetaan oikein tehdyssä betonilattian suunnittelussa huomioon. Mikäli pintarakenne toimii yhä suojaavana kerroksena alusrakenteelle, eikä sen epätasaisuudesta ole haittaa tilojen käytön kannalta, voitaisiin rakenteella todeta olevan käyttöikää jäljellä.

Pysäköintilaitoksien lattiapinnoille voidaan korjaustarpeen katsoa olevan olemassa viimeistään siinä vaiheessa, jossa mekaanisen kulutuksen seurauksena alusrakenne on paljastunut tai paljastumassa. Niissä tapauksissa, että lattian vaurioituminen ei selity sen normaalilla käytöllä, on korjaustarveselvitys syytä ulottaa myös pintakerroksen alapuolelle. Korjaustarvetta saattaa ilmetä myös tilanteissa, joissa alusrakenteen säilyvyyden voidaan epäillä olevan vaarassa esimerkiksi lattian halkeilun vuoksi.

Diplomityön kyselyissä tuli esille, että yhdessä korjatuista kohteista oli ilmennyt halkeilua kantavissa rakenteissa, minkä vuoksi välipohjalaatoille oli jouduttu tekemään niiden rakenteellisen toimivuuden varmistamiseksi injektointikorjauksia ennen lattian uuden pintamateriaalin asentamista. Tämän vuoksi voi olla perusteltua tarkastella laajemmin, onko alusrakenteessa mahdollisesti voinut tapahtua ulkoisista rasitustekijöistä johtuvaa vaurioitumista.

Tehtäessä pysäköintilaitoksen lattioiden kunnon arviointikatselmusta on hyvä tarkastella muitakin rakenteita sen varalta, että esimerkiksi pilareissa havaitaan vauriotumista ajoneuvojen törmäyksistä johtuen tai välipohjarakenteiden alapinnassa on viitteitä rakenteen läpi tapahtuneesta vesivuodosta. Tällaisia halkeamia havaittaessa esimerkiksi siltarakenteissa julkaisu ”SILKO 1.233 Halkeaminen korjaaminen – yleisohje” ohjeistaa ne korjaamaan ensi tilassa, koska ne lisäävät raudoituksen korroosioriskiä [41, s. 13]. Kuten luvussa 2.1 tuotiin esille, myös pysäköintilaitoksissa on jännitettyjä betonirakenteita, joissa siltojen kantavien rakenteiden tavoin voi esiintyä korroosioriski vettä vuotavien halkeamien johdosta.

Mikäli pysäköintilaitoksen lattioissa havaitaan pintarakenteen läpi kulkevaa halkeilua, on tarkempien kuntotutkimuksien tekeminen suositeltavaa erityisesti sisäänajon läheisyydessä sijaitsevilla rakenteilla. Ajoneuvojen mukanaan kuljettaman veden määrä on suurin juuri näissä osissa pysäköintilaitosta ja talviaikaan lattioille kulkeutuva vesi sisältää mahdollisesti jäänsulatussuoloja, joiden kloridit aiheuttavat rakenteeseen tunkeutuessaan raudoitteille korroosioriskin. Tilanteissa, joissa pintarakenteen alapuolisen betonin epäillään altistuneen kloridirasitukselle, voidaan suositella kloridiprofiilin määrittämistä ainakin vauriokohtien läheisyydessä.

Havaittaessa pintarakenteen lohkeilua ja irtoamista alustastaan, on korjaussuunnittelun kannalta oleellista tietää mistä irtoaminen johtuu. Tarvittaessa kuntotutkimustoimenpiteisiin voidaan määrittää tehtäväksi alusrakenteen rapautuma-asteen määrittäminen esimerkiksi vetokokeilla.

5.6.2 Kuntotutkimukset

Pysäköintilaitosten lattiakorjausten suunnittelu perustuu pitkälti silmämääräiseen vauriokartoitukseen, joissa lattiapintojen kulumisaste määritetään katselmuksella ja kiinteistönomistajan havaintojen perusteella. Tarkemmat kuntotutkimukset eivät ole välttämättömiä, mikäli ei ole syytä epäillä, että alusrakenteissa olisi tapahtunut vaurioitumista. Ainetta rikkovien kuntotutkimusten tarpeellisuus onkin pysäköintilaitosten lattiakorjaushankkeessa aina määritettävä kohdekohtaisesti. Huomattavaa on, että vaikka suunnitellun korjaushankkeen näkökulmasta kuntotutkimuksen teettäminen ei olisikaan oleellista, voidaan sillä saada tietoa rakennuksen rakenteiden tilasta ja arvioida sen tulevaisuudessa vaatimia ylläpito- ja korjaustoimenpiteitä. Mikäli kuntotutkimuksia päätetään tehtäväksi kohteessa, tulee ne suorittaminen suorittaa julkaisussa ”by 42 Betonijulkisivujen kuntotutkimus” määritettyjen ohjeistusten mukaisesti.

Suunniteltaessa lattian korjaamista ja lisättäessä vanhan rakenteen päälle uutta ainetta, tulee aina olla tietoa ainakin vanhan rakenteen rapautuma-asteesta, jotta tiedetään onko uudelle materiaalille mahdollista saada riittävä tartunta. Mikäli kulumisen ulottuu kantaan rakenteeseen tai esimerkiksi välipohjissa havaitaan vesivuotoja tai muita huomattavia vaurioita, voidaan pitää tarpeellisenä myös syvemmälle rakenteeseen ulotettava tutkimukset. Tärkeimpiä tutkimusmenetelmiä pysäköintilaitosten lattioiden ja niiden alusrakenteiden kunnon selvittämisessä ovat:

- Betonin rapautumisasteen määrittäminen vetokokeilla
- Lattian rakenteellisten ja suurten halkeamien kartoittaminen sekä tutkiminen mahdollisten kloridien tunkeutumisreittien selvittämiseksi
- Raudoitteiden korroosioriskin tutkiminen
 - selvittämällä betonin karbonatisoitumissyvyys ja raudoitteiden peitepaksuus
 - selvittämällä betonin sisältämien kloridien määrä
- Rakenteellisen toiminnan ja turvallisuuden tutkiminen (mikäli edeltävillä tutkimuksilla ei saada riittävän selvää kuvaa rakenteen kunnosta)
 - tarkastelemalla rakenteen muodonmuutoksia
 - selvittämällä raudoitteiden korroosioastetta rakenneavauksilla
 - selvittämällä rapautumisen eteneminen rakenteessa esimerkiksi piikkaamalla

Kuntotutkimustoimenpiteet tarkasteltaville rakenteille määritetään esiselvitysvaiheen mukaan korjaussuunnitteluun tarvittavien lähtötietojen selvittämiseksi. Kuntotutkimusprosessi alkaa suunnitteluvaiheella, jossa määritetään tutkimuksen tavoitteet ja millä toimenpiteillä niihin päästään tutkittavan kohteen kohdalla. Lähtökohtana kuntotutkimuksessa selvittää mahdollisten rakenteellisten vaurioiden tai rakenteellisten ongelmien olemassa olemisen sekä niiden syyt, kuinka laajalla alueella ja kuinka pitkälle edenneitä ne ovat sekä kuinka ne vaikuttavat koko rakennejärjestelmän toimintaan. [40, s. 66, 67]

Kuntotutkimuksia suunniteltaessa ja toteutettaessa tulee huomioida, että korjaussuunnittelu tehdään niiden pohjalta eikä toisinpäin. Korjaustapaa ei tule siis valita ennen selvitysten tai tutkimusten tekemistä, koska tällaisessa tilanteessa tutkimuksilla pyrittäisiin vain varmistamaan korjaustavan sopivuus kohteelle. Tutkimusten suunnittelussa pyritään kartoittamaan ne rakenteet ja osat rakennuksessa, joissa vaurioita tai viitteitä niistä tuli ilmi esiselvitysvaiheessa, tai joissa vaurioitumista voi teoriassa tapahtua. Tutkittavien rakenteiden mukaisien oletettujen vaurioiden mukaan määritetään tutkimusmenetelmät ja otannan laajuus. [40, s. 67]

Korjaustavan valinnan ja korjauksen onnistumisen kannalta yksi merkittävä tekijä on rakenteen eheys ja betonin terveys [14, s. 21]. Pysäköintilaitoksissa lattiapintojen rakenteelliset vauriokohdat pystytään lattian normaalista käytöstä aiheutuvasta mekaanisesta kulutuksesta johtuen havaitsemaan pitkälti silmämääräisesti. Kohteissa, joissa havaitaan esimerkiksi huomattavan paljon pintarakenteen irtoamista alustasta voi olla tarpeen tutkia korjattavan rakenteen rapautumisastetta esimerkiksi vetokokein. Vetokokeita voidaan hyödyntää myös korjaustyön laadunvarmistustoimenpiteenä ottamalla vetolujuusarvoja esikäsitellyltä pinnoitettavalta tai pinnattavalta alustalta ennen korjaustyötä.

Vetokokeessa määritetään korjattavan betonirakenteen vetolujuus betonista porattavista näytelieriöistä laboratoriossa tai kenttäkokeina tutkittavan rakenteen pinnasta. Laboratoriossa rakenteesta poratun lieriön päät tasataan ja niihin liimataan vetokappaleet, joiden avulla lieriö koestetaan testilaitteistolla. Rapautumattomalla betonilla vetokoetulos on yli 1,5 MPa, mutta raja-arvon alle jäävät tulokset voivat rapautumisen lisäksi selittyä myös alhaisella betonin ominaislujuudella tai runkoaineen laadulla. [40, s. 109-111]

Lattian pintaosan alaisissa kantavissa rakenteissa halkeilun esiintymisen lisäksi voi olla tarpeellista selvittää luvussa 4.6 esiteltujen kemiallisten rasiustekijöiden aiheuttamat raudoitteiden korroosiovauriot, jotka ovat merkittävä osa betonirakenteiden toimintaan vaikuttavista vaurioitumismekanismeista. Raudoitteiden korroosiota rakenteissa tutkitaan selvittämällä, ovatko olosuhteet raudoitteita ympäröivässä betonissa edulliset korroosion alkamisen kannalta [40, s. 20-21].

Kenttätutkimuksissa voidaan raudoitteiden korroosioriskiä tutkia betonin karbonatisoitumissyvyyttä määrittämällä. Tällöin tutkitaan, onko betonin neutralisoituminen edennyt niin pitkälle, ettei betonin emäksisyys suojaa enää siinä olevia raudoitteita. Karbonatisoitumissyvyys määritellään kenttätutkimuksissa betonista otetusta poralieriönäytteestä tai betoniin poratusta reiästä ruiskuttamalla sen pinnalle fenoliftaleiiniliuosta. Liuos reagoi terveellä betonipinnalla muuttaen sen punaiseksi, kun taas neutralisoituneen betonin väri ei muutu jolloin voidaan mittaamalla määrittää, kuinka pitkälle betonin karbonatisoituminen on edennyt. Koska betonin karbonatisoitumissyvyys voi vaihdella paikallisesti huomattavasti, on otoskoon oltava aina riittävän suuri oikeanlaisen tilannekuvan muodostamiseksi. Kun karbonatisoitumissyvyys on tiedossa, voidaan tutkia raudoitteiden peitepaksuutta sähkömagneettiseen induktioon perustuvalla peitepaksuusmittarilla. Tällöin

pystytään vertaamaan raudoitteiden sijaintia suhteessa betonin karbonatisoitumisvyöhykkeeseen, ja sillä tavoin tutkimaan onko raudoitteilla olemassa korroosiovaaraa. [40, s. 97-102]

Raudoitteiden korroosioaurio on mahdollinen myös karbonatisoitumattomassa betonissa, mikäli rakenteeseen on päässyt tunkeutumaan klorideja. Kloridikorroosion riskiä tutkitaan määrittämällä laboratoriotesteillä betonirakenteesta poraamalla saadusta jauhe-näytteestä happoliukoinen kloridipitoisuus painoprosentteina. [40, s. 102-104] Otettaessa lattiarakenteesta alaspäin poraamalla voidaan kloridinäyte ottaa käyttämällä suurta terää, siten että poraamisessa syntyvä jauhe on mahdollista lusikoida talteen. Vaihtoehtoisesti voidaan porata halkaisijaltaan tavallista koekappaletta suurempi lieriö, josta voidaan porata kloridinäyte jälkikäteen.

Mikäli kohteessa tehtävissä kuntotutkimuksissa paljastuu esimerkiksi kantavien tasorakenteiden korroosioaurioita tai niille altistavia tekijöitä, kuten kloridien tunkeutumista rakenteeseen tai huomattavan pitkälle edennyttä karbonatisoitumista, on tämän kaltaisten rakenteellisten ongelmien laajuuden selvittäminen ja vaikutus rakenteeseen laitettava aina etusijalle. Tarvittaessa rakenteelle tulee myös tehdä laskennallisia tarkasteluja, jos esimerkiksi kulumisen voidaan epäillä vaikuttavan välipohjan rakenteelliseen toimintaan kriittisesti. Jotta lähtökohdat rakenteiden korjaamiselle ovat olemassa, on pystyttävä myös selvittämään, mistä syystä kussakin tapauksessa ilmenneet vauriot ovat syntyneet ja miten uusien vaurioiden syntyminen voidaan estää.

5.6.3 Yläpinnan vaurioiden vaikutukset erilaisissa rakenteissa

Betonirakenteissa olennaisessa osassa itse betonin lisäksi toimivat teräkset, jotka ottavat betonissa vastaan rakenteeseen syntyvät vetojännitykset. Halkeilun ja kulumisen vaikutukset betonirakenteen toimintaan ja sen säilyvyyteen riippuvat siitä, minkä tyyppinen rakenne on kyseessä. Pääsääntöisesti välipohjarakenteet pysäköintilaitoksissa ovat luvussa 2.1 esitettyjen runkovaihtoehtojen mukaisesti paikallavalettuja, jälkijännitettyjä betonilaattoja tai ontelolaatoilla toteutettuja elementtirakenteisia välipohjia, joissa elementtien päälle on tehty pintavalu. Alapohjarakenteet ovat monessa tapauksessa maanvaraisia alapohjia, mutta voivat olla myös olosuhteista riippuen paalulaattoina toteutettuja.

Pysäköintilaitosten tasorakenteiden pintaosien rakenteellisia korjauksia diplomityössään käsitellyt Lassi Vilenius tuo esille kulumisen ja betonin rapautumisen vaikutuksia erityyppisissä välipohjissa. Ontelolaattavälipohjilla pintavalun kulumisen ei suoranaisesti vaikuta rakenteen toimintaan, koska ontelolaatasto toimii itsenäisenä rakenteena, eikä pintalaattaa ole yleensä suunniteltu toimimaan osana rakenteen puristus pintaa. [42, s. 76] Pintalaatan kulumisen tai vaurioituminen vaikuttaa tätä kautta lähinnä rakenteen säilyvyyteen, mikäli vauriokohdasta avautuu väylä kemiallisten rasiustekijöiden pääsyle rakenteeseen.

Sen sijaan sellaisissa paikallavalulaatoissa, joissa erillistä pintalaattaa ei ole, välipohjan yläpinnan huomattava kulumisen tai betonin vaurioituminen pienentää kantavan rakenteen puristus pintaa. Omassa diplomityössään Vilenius tuo esille paikallavaluvälipohjalla toteutetun kohteen, jossa asiantuntija-arvion mukaan rakenteen rapautumisen seurauksena tapahtunut vaurioituminen oli niin pitkälle edennyt, että jännitetyn laatan puristus pinta oli paikoin lähes kriittisesti pienentynyt. [42, s. 59, 69, 81-86]

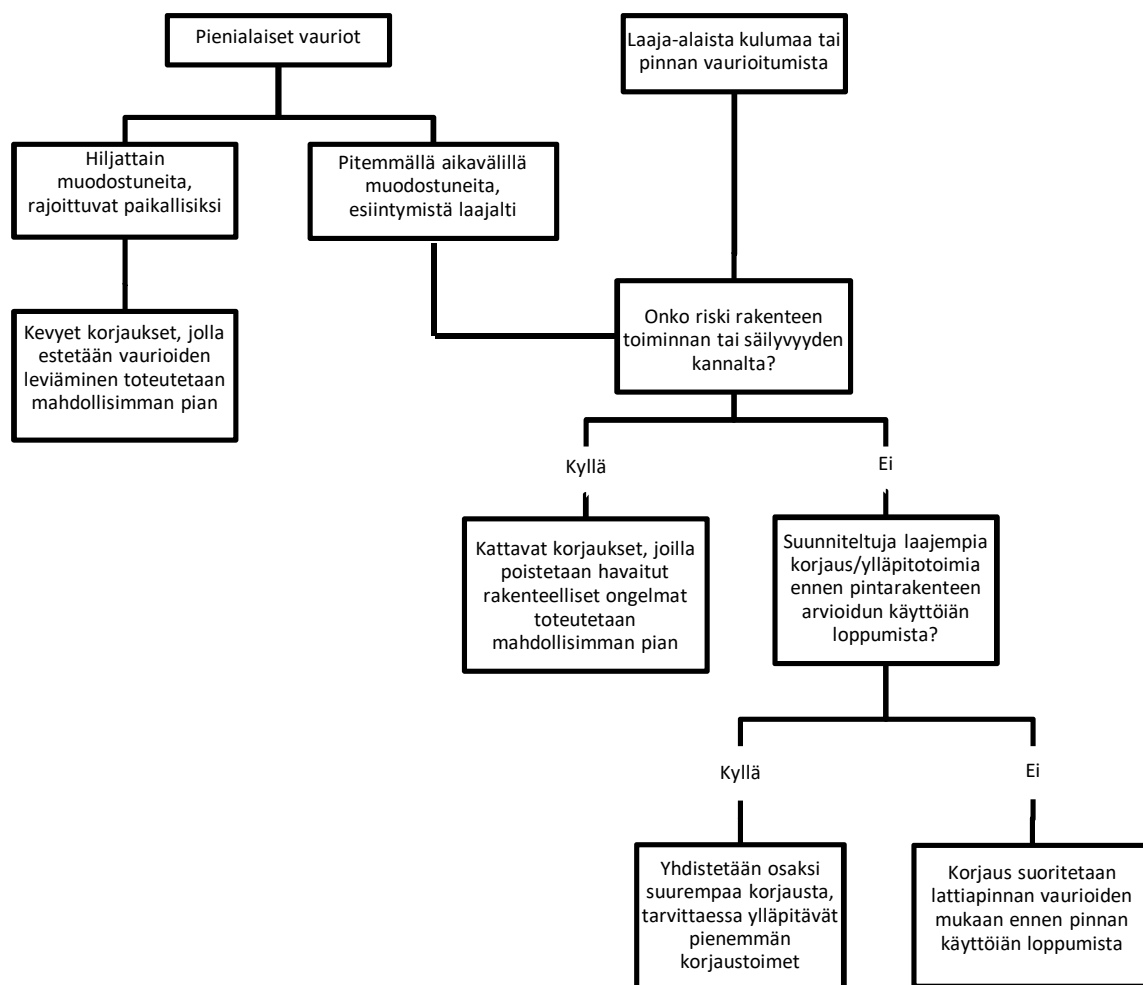
Alapohjissa maanvaraisen laatan kulumisen pienentää laatan puristus pintaa ja voi aiheuttaa laatan yläpinnan verkon korroosio vaurion mahdollisuuden. Koska maanvaraisen laatan suurimmat vetojännitykset kohdistuvat laatan reunoja lukuun ottamatta sen alapintaan, voidaan rakenteellisesti suuremman merkityksen katsoa olevan alapinnan raudoituksella, joka taas on syvemmällä rakenteessa paremmassa suojassa [5, s. 93-100]. Paalulaatalla sen sijaan pistemäisistä tuista johtuen esiintyy huomattavia vetojännityksiä myös laatan yläpinnassa, jolloin vetoa vastaan toimivat yläpinna teräkset ovat lähempänä kulutusrasitukselle altista pintaa. Paalulaattojen tapauksessa kulumisen ja laatan halkeilun vaikutukset laatan rakenteelliseen toimintaan voivat näin ollen olla suurempia kuin maanvaraisella lattialla.

Alapohjarakenteen raudoitustyyppillä voidaan myös katsoa olevan jossain määrin vaikutusta laatan säilyvyyteen. Oikein toteutettuna kimmoteoriaan perustuen mitoitettussa kuitubetonisessa alapohjalaatassa ei pitäisi syntyä halkeilua, jolloin ulkoisille rasi tustekijoille ei avaudu nopeita reittejä syvälle rakenteeseen. Täysin kuituraudoitetulle laatalle ei myöskään aseteta vaatimuksia betonipeitteen suhteen. [6, s. 83-84] Tätä voidaan perustella sillä, että kuitubetonissa raudoitteita on rakenteessa tasaisesti kauttaaltaan, eikä rakenteeseen voi jäädä erillistä kuidutonta pintakerrosta ilman erillistä pintavalua. Vaurioitumisen vaikutuksen rakenteeseen voidaan katsoa myös olevan erilainen tankoraudoitukseen verrattuna, koska tilanteessa, jossa pintaosan kuiduissa tapahtuu korroosiota, on syvemmällä terveessä betonissa yhä ruostumattomia kuituja.

5.7 Korjaussuunnittelu

Korjaussuunnittelu toteutetaan kohteesta saatujen vanhojen suunnitelma-asiakirjojen ja suunnittelua edeltävien selvitysten sekä kohteessa mahdollisesti tehdyn kuntotutkimuksen pohjalta. Edellä mainittujen lähtötietojen perusteella, sekä kiinteistön omistajan asettamien käyttöiän sekä taloudellisten ja teknisten vaatimusten perusteella määritetään pysäköintilaitoksen lattioiden korjattavat alueet sekä niille sopivat korjaustavat ja -materiaalit. Korjaussuunnittelussa tulisi aluksi kartoittaa kaikki mahdolliset ratkaisut rakenteen ongelmien poistamiseksi ja niistä vertailemalla valita kohteen korjaukselle asetettuja taloudellisia ja teknisiä vaatimuksia parhaiten vastaava korjausperiaate. Korjaustyötä suunniteltaessa on tärkeää tarkastella korjattavaa rakennetta osissa ja määrittää korjaustarpeeltaan eroaville alueille sopivat korjaustavat. [14, s. 16] Betonirakenteiden korjauksissa on yleisesti noudatettava julkaisun ”by 41 Betonirakenteiden korjausohjeet” ohjeistuksia ja tarpeen mukaan SILKO-ohjeita soveltuvilta osin.

Koska lattiapinnat pysäköintilaitoksessa ovat muita rakenteita nopeammin kuluvia osia, on niiden korjaaminen monessa tapauksessa suoritettava tiheämmällä välillä, kuin muilla rakenteilla. Tämän takia suunnittelussa on punnittava erilaisten pintaratkaisujen järkevyyttä kussakin kohteessa ja tarkasteltava, kannattaako kohteessa tehdä raskas korjaustoimenpide vai lyhemmällä syklillä kevyitä korjauksia. Lisäksi kannattaa selvittää, voidaan odottaa suurempaa peruskorjausta, johon lattian korjaustoimenpiteet sisällytetään. Pääpiirteittäin pysäköintilaitostenlattiapintojen korjausten suunnittelussa laajuuden ja ajoituksen suhteen voidaan hyödyntää kuvassa 6 esitettyä periaatetta.



Kuva 6. Pysäköintilaitosten lattiapintojen korjausten laajuus ja ajoitus

Tapauskohtaisesti on aina huomioitava lattiapinnan vaurioitumisen laajuus sekä arvioitava, kuinka kova pinta vaaditaan, jotta lattian käyttöikä saadaan halutulle tasolle. Katselmuksissa tehtyjen havaintojen perusteella huomattavan vilkkaasti liikennöidyissä pysäköintitiloissa rakenteen kulumisen ajoradan geometrian seurauksena voi olla niin nopeaa, että edes kovimmilla pintamateriaaleilla ei voida taata usean vuoden käyttöikää.

Korjauksen suunnittelija tekee korjaustyöselosteen ja suunnitelma-asiakirjat, joissa on yksiselitteisesti esitetty korjaustyön laadulliset vaatimukset ja korjaustöiden laajuus riit-

tävällä tarkkuudella. Suunnitelmien laadinnan lähtökohta on, että niiden sisältämien tietojen perusteella urakoitsija voi antaa kiinteähintaisen tarjouksen korjauksen toteuttamisesta. [14, s. 18]

Suunnittelijan tehtäviin kuuluu yleensä rakenneosakohtaisen työselosteen ja suunnitelmapiirustusten tekeminen [43]. Työselosteessa käydään kirjallisesti läpi korjauskohteen tiedot, korjattavat rakenteet ja korjaustyön vaiheet, sekä noudatettavat työohjeet ja määräykset. Suunnitelmapiirustuksilla tarkennetaan työselosteessa esitettyjen työtapojen ja rakenteiden teknisiä ominaisuuksia ja niissä esitetään korjattavat vauriokohdat tai lattioiden uusittavat alueet.

Suunnittelija valitsee korjaustoimenpiteisiin käytettävät materiaalit arvioimalla niiden sopivuuden korjattavaan rakenteeseen ja sen käyttötarkoitukseen. Käytettävien rakennustarvikkeiden ja -materiaalien tulee olla CE-merkittyjä tai niillä tulee olla hyväksytyn koestuslaitoksen tekemien testausten perusteella tehty selvitys. Mikäli materiaalien käyttäminen kohteessa vaatii soveltavia menetelmiä voi suunnittelija oman harkintansa mukaan tehdä kohteessa käytettävät työohjeet itse, mutta lähtökohtaisesti korjaustöissä on kuitenkin suositeltavaa käyttää materiaalivalmistajien ohjeistuksia. Suositeltavaa on myös pyrkiä käyttämään saman tuoteperheen rakennustarvikkeita, jotta tuotteiden yhteensopivuusongelmilta välttyttäisiin. [14, s. 34-36]

Suunnittelijan ei välttämättä tarvitse suunnittelua tehdessään määrittää käytettäväksi yhtä tiettyä tuotetta korjaustyöhön, vaan riittää että suunnitelmissa on määritettynä korjaustuotteelle ne ominaisuudet, jotka siltä koko rakenteen vaatimustason täyttämiseksi vaaditaan. Suunnitelmissa on myös hyvä vaatia työssä käytettävien materiaalien hyväksyttämistä suunnittelijalla, jolloin urakoitsijan tulee toimittaa käytettävän materiaalin kelpoisuuden todistavat CE-merkintäsertifikaatti ja suoritustasoilmoitus.

5.7.1 Pienialaiset korjaukset

Lattiapintojen korjaustarve pysäköintitiloissa voi usein aiheutua pienialaisista vaurioista, kuten paikallisista halkeamista tai laattojen saumojen vaurioista. Kyseisiä vaurioita voi esiintyä, vaikka lattiapinta ei olisi mekaanisen rasituksen vaikutuksesta huomattavasti kulunut, vaan ne saattavat johtua työsuoritteissa tapahtuneista virheistä, pinnoitteen paikallisesta huonosta tartunnasta alustaan tai rakenteiden odottamattomista liikkeistä. Halkeilun ja alustan liikkeiden lisäksi lattiassa voi esiintyä pinnoitteen paikoittaista irtoamista, sekä tiukoissa käänöksissä tai puomialueilla pienialaisia kulumakohtia. Yksittäisten pienten vaurioiden kohdalla ei yleensä ole perusteltua lähteä korjaamaan koko pintarakennetta, vaan paikallistetut ongelmakohdat korjataan yksittäisillä korjaustoimenpiteillä.

Halkeamien injektoinnilla voidaan välttyä pienialaisten vaurioiden aiheuttamilta seurauksilta tiivistämällä rakenne ja estämällä vesivuodot. [41, s. 14] Sauma- ja paikkakorjausten tarkoitus on ennaltaehkäistä suurempia vaurioita, joiden muodostumisen riski kasvaa, kun

rakenteessa on pieni vaurio, joka paikallisesti heikentää rakennetta. Lattian yksittäisten halkeamien korjaus ja saumojen vauriot voidaan monessa tapauksessa korjata varsin kevyillä toimenpiteillä paikallisesti, jolloin pysäköintitilojen käytölle ei aiheudu suurta haittaa.

Halkeamien korjaamista suunniteltaessa on valittava käytettävät korjausmenetelmät sen mukaan, kuinka leveitä korjattavat halkeamat ovat sekä missä kohtaa rakennetta ja minikälaisissa olosuhteissa ne sijaitsevat. Suunnittelijan tulisi myös selvittää käytetäänkö korjattaessa voimia siirtäviä korjausmenetelmiä vai elastisia massoja, jotka sallivat rakenteen liikkeitä. [14, s. 26] Kun halkeamien syntymekanismi on selvitetty ja on tiedossa ovatko halkeamat ns. eläviä, voidaan halkeamien korjaus suunnitella toteutettavaksi jollakin luvussa 5.1.2 esitetyistä korjaustavoista.

Pienialaisten kulumien tai pinnoitteen irtoamisten tapauksessa voidaan hyödyntää paikkakorjausta, mikäli voidaan todeta, että vaurio on paikallinen eikä viitteitä laajemmasta rakenteellisesta ongelmasta ole. Käytettäessä lattiapinnan korjaustapana paikkakorjausta, on oltava selvillä paikallisen vaurion tai kulumisen syy ja valittava paikkamassa siten, että paikkaus suojaa alapuolisia rakenteita ulkoisilta rasitustekijöiltä. Suunnittelijan tulisi myös korjausta suunnitellessaan selvittää, onko korjauksessa mahdollista käyttää paikkamateriaalia, joka vastaa alkuperäistä pintamateriaalia paremmin vauriokohdalle aiheutuvia rasituksia.

5.7.2 Pintarakenteen uusivat ratkaisut

Betonirakenteiden suunnittelussa on suunniteltavalle rakenteelle määritettävä rasitusluokka, jonka mukaan säilyvyysuunnittelu ja betonin valinta tehdään. Koska vesi on suuressa osassa monessa betonin vauriomekanismeissa, on sen pääsyn rajoittaminen rakenteeseen monessa tapauksessa tehokas keino hidastaa rakenteen vauriomekanismien etenemistä. Korjaussuunnittelussa tulisi pyrkiä siihen, että korjaus on aina edullinen alusrakenteen säilyvyyden kannalta ja käytännössä tämä tarkoittaa riittävän tiiviin pinnan käyttöä, jolla estetään veden, kloridien ja hiilidioksidin pääsy betonirakenteeseen. [14, s. 68] Ulkoisten rasitustekijöiden lisäksi suunnitteluratkaisulla on saavutettava luvun 4 mukaisesti tilojen käytön ja käytettävyyden lattiapinnoille asettamat vaatimukset. Pysäköintitiloissa tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että pinnan tulisi olla riittävän karhea, jotta sillä liikkuminen ajoneuvolla ja kävellen on turvallista. Kuitenkin pinnan tulisi samalla hylkiä epäpuhtauksia siten, että sen puhtaanapito on mahdollista toteuttaa aiheuttamatta ylimääräistä kemiallista rasitusta rakenteen pinnalle.

Betonirakenteita korjattaessa on suoritettava vanhojen rakenteiden purkua ja alustan käsittelyä, minkä vuoksi suunnittelijan tulee määritellä ne korjaustyön suunnitelma-asiakirjoihin. [14, s. 27]. Korjaustyöselosteeseen ja suunnitelmiin tulee kirjata riittävällä tarkkuudella korjaustöiden vaiheet sekä määrittää vaatimukset alustan kunnolle, esikäsitte-

lylle ja työolosuhteille. Purkutapaa valittaessa on huomioitava myös sen vaikutus säilytettävään rakenteeseen, ja valita käytettäväksi sellaiset työmenetelmät, joilla ei aiheuteta vaurioitumista säilytettäviin alusrakenteisiin. Pintarakenteen uusivia korjausratkaisuja tehtäessä tulee aina varmistua alustan kunnosta, jotta korjaustoimenpiteet ulotetaan riittävän syvälle rakenteeseen. Myös diplomityön katselmuksissa pinnoitetuilta ja kovabetonilla pinnatuilta lattioilta löytyi kohtia, joissa pintamateriaali oli irronnut alustastaan huonon tartunnan vuoksi.

Suurimmaksi ongelmaksi tarkastelluissa pysäköintilaitoksissa nähtiin niiden käyttötarkoituksen myötä ominainen ajoratojen urautuminen, mikä painottuu pääosin juuri kulkurasitusalueen I käsittämille osille liikennöintialuetta. Kyseisillä osilla pysäköintilaitoksen lattiaa liikenteestä johtuva vaurioituminen voi levitä yleensä usean metrin matkalle ajorataa ja kaarteissa urat leviävät huomattavasti myös sivusuunnassa.

Lattiapinnoilla, joilla vanhan betonisen pintavalun on todettu olevan kulutuskestävyydeltään riittämätön, voidaan käyttää esimerkiksi polymeerimodifioitua sementtipinnoitetta, jolla lattialle saadaan tavanomaista betonia kovempi, ohut pintakerros. Pinnoiteratkaisun ohuen rakennepaksuuden vuoksi sen voitaisiinkin katsoa olevan mahdollinen esimerkiksi tavanomaisen liikennesäätelyn alaisissa julkisissa pysäköintitaloissa kulkurasitusluokkien II ja III alueilla. Julkisissa pysäköintitaloissa kovemmin rasitetuilla alueilla, kuten ajoratojen mutkissa, nastarenkaat vaurioittavat pintaa huomattavan nopeasti, jolloin parin millimetrin pinta kuluu nopeasti puhki ja mekaaninen kulutus alkaa syödä alla olevaa betonia.

Pinnoiteratkaisun käyttö on rajoitettua niissäkin tapauksissa, joissa pinnoitteella pyritään helpottamaan alapuolisten betonirakenteiden rasitusolosuhteita. [14, s. 68] Tiiviillä pinnoitteella voidaan periaatteessa jonkin verran vaikuttaa alusrakenteen ympäristörasitukseen, mutta jotta pinnoitteen voidaan katsoa suojaavan alapuolisia rakenteita, tulee pinnoitteen olla virheettömässä kunnossa. Pinnan vaurioitumattomuuden vaatimuksen vuoksi ohuilla pinnoitteilla ei etenkään pysäköintilaitoksissa vallitsevissa olosuhteissa voida varmistua niiden alusbetonia suojaavasta vaikutuksesta ja pinnoitteiden voidaan katsoa sopivan nykyisten suunnitteluperusteiden näkökulmasta ainoastaan pinnan kulutuskestävyyden lisäämiseen.

Pinnoitettujen lattioiden suunnittelulle haasteen tuo erilaisiin rasitustekijöihin vastaaminen siten, että kokonaisuus olisi kaikin puolin toimiva. Pinnoitteiden käyttö erityisesti kylmissä pysäköintilaitoksissa on ongelmallista, koska pintakerroksen tiiviyyttä ei voida laskea pinnoitteen varaan sen ohuen kerrospaksuuden vuoksi. Tämän takia pintabetonin pitäisi myös itsessään olla vettä läpäisemätön, mutta pakkasenkeston takia taas riittävän huokoinen. Lisäksi huokoisuus alentaa pintabetonin kovuutta, jolloin pintabetoni alkaa kulua nopeasti sen jälkeen, kun parin millimetrin paksuinen pinnoitekerros on kulunut loppuun.

Katselmoiduissa pysäköintilaitoksissa kulutusluokan I alueilla havaittiin kovillakin pintamateriaaleilla varsin syviä uria, osassa jo muutaman vuoden kuluttua korjauksesta. Rasakaasti rasitetulla pinnalla alusrakenteen suojaamiseksi on näin ollen saatava suurempi kerrospaksuus, joka on riittävän tiivis ja luja kulutusta vastaan. Luvussa 4.3 käsitellyssä julkaisussa ”by 68 Betonin valinta ja käyttöikäsuunnittelu – opas suunnittelijoille 2016” suositellaan käytettäväksi kaikkein kovimmin kuormitetuilla pinnoilla sirotepintaa tai kovabetonia, joista ensimmäisen toteuttaminen vaatii tuoreen betonivalun. Jäljelle jäävää kovabetonipintausta korjausmenetelmänä voidaan pitää varteen otettavana vaihtoehtona niissä kohteissa, joissa vanhan lattiapinnan kuluminen on tapahtunut huomattavasti sille asetettua käyttöikää nopeammin ja pinnan korjausväli halutaan mahdollisimman pitkäksi. Tavanomaisista pinnoituksista eroten kovabetonilla voidaan myös katsoa olevan alusrakenteen rasisusoloja lieventävä vaikutus, koska kovabetoni eroaa pinnoitteista siinä, että sillä päällystetty lattia voidaan lukea kaksikerrosrakenteeksi suuremman kerrospaksuutensa myötä.

Diplomityössä tehdyn käytännön havainnoinnin myötä ilmeni, että Suomen olosuhteissa vilkkaimmin liikennöityjen pysäköintilaitoksien lattioissa kuluminen on niin nopeaa, että korjaustarvetta ilmenee kovimman rasituksen alueilla jo parin vuoden käytön seurauksena. Tämän vuoksi suunnitteluvaiheessa voikin olla haasteellista määrittää korjatulle lattiapinnalle realistinen suunnittelukäyttöikä. Pintamateriaalien kulutustestit eivät vastaa mekaaniselta kulutusperiaatteeltaan täysin Suomen olosuhteissa talvisin tapahtuvaa nastarengaskulutusta, minkä vuoksi kulutuskestävyysluokitusten perusteella ei varmuudella ilmoittaa, kuinka kauan pintamateriaali kestää todellisissa käyttöolosuhteissa. Korjaustarpeessa olevan rakenteen tarkastelulla saadaan paras informaatio kunkin pysäköintilaitoksen ja tietyn alueen mekaanisesta rasituksesta. Lähtötietojen pohjalta suunnittelijan on valittava tuote, joka perustellusti arvioidaan parhaaksi korjaushankkeelle asetettujen teknisten ja taloudellisten vaatimusten puitteissa.

Joissain tapauksissa lattiapintojen suunnittelussa voidaan hakea kokonaistaloudellisinta ratkaisua, joka ei välttämättä ole kaikista mahdollisista vaihtoehdoista pitkäikäisin. Koska korjaushankkeen kokonaiskustannukset kasvavat aina mentäessä raskaampiin korjauksiin, voi osassa tapauksista olla mahdollista tehdä tiheämmällä syklillä kevyitä korjauksia, jotka aiheuttavat vähemmän häiriötä myös pysäköintilaitoksen käytölle. Korjausten laajuutta voidaan mahdollisuuksien mukaan myös rajata siten, että suunnittelut toimenpiteet kohdennetaan spesifioidusti ongelmaksi havaittuun kohtaan. Esimerkiksi paikkakorjauksen ja pintarakenteen uusivien ratkaisujen välimuotona voidaan pitää urien korjauksia, joissa ei kuitenkaan uusita koko rampin pintaa. Kohdekohtaisesti voidaan esimerkiksi rampeilla harkita vaihtoehtoa, jossa pintarakenne uusitaan ainoastaan kulutusurien kohdalta, mikäli urien viereen jäävä pinta on kulumaton, ehjä ja antaa riittävän suojan alustalle vallitsevia rasisusoloja vastaan. Tällaisissa tapauksissa voidaan tehdä vertailua myös

sen suhteen, saavutetaanko kovabetonilla niin pitkä käyttöikä, että se kokonaistaloudellisesti on edullisempi kuin esimerkiksi korjausmassalla ja pinnoituksella tehtävä korjaus, joka on uusittava aikaisemmin.

6. YHTEISTYÖYRITYKSILLE TEHTY KYSELY

Diplomityön toteutuksessa ja ohjauksessa oli mukana Suomen betonilattiayhdistys BLY ry, jonka jäsenyrityksinä on betonilattioiden parissa työskenteleviä suomalaisia yrityksiä materiaalitoimittajista lattiaurakoitsijoihin. Osana työn tutkivaa osuutta, tehtiin BLY:n jäsenistä mukaan ilmoittautuneille yhteistyöyrityksille kysely, jossa selvitettiin pysäköintilaitosten lattiakorjaushankkeita, joissa yritykset olivat olleet mukana.

Kyselytutkimuksella pyrittiin selvittämään korjaustarpeeseen johtaneita syitä, korjattuja alueita rakennuksissa, sekä niissä käytettyjä alkuperäisiä ja korvanneita lattiamateriaaleja. Kyselyllä myös kartoitettiin korjaushankkeisiin osallistuneita osapuolia ja miten hankkeet oli kokonaisuudessaan toteutettu. Lisäksi kysyttiin kuinka pitkiksi korjattujen pintarakenteiden käyttöikä arvioitiin. Tutkimus toteutettiin internetkyselynä ”Google Forms”-työkalulla, jolla tuotetun kyselylomakkeen vastauslinkit jaettiin yhteistyöyritysten edustajille sähköpostitse. Yhteistyöyrityksille lähetetty kyselylomake on esitetty liitteessä A.

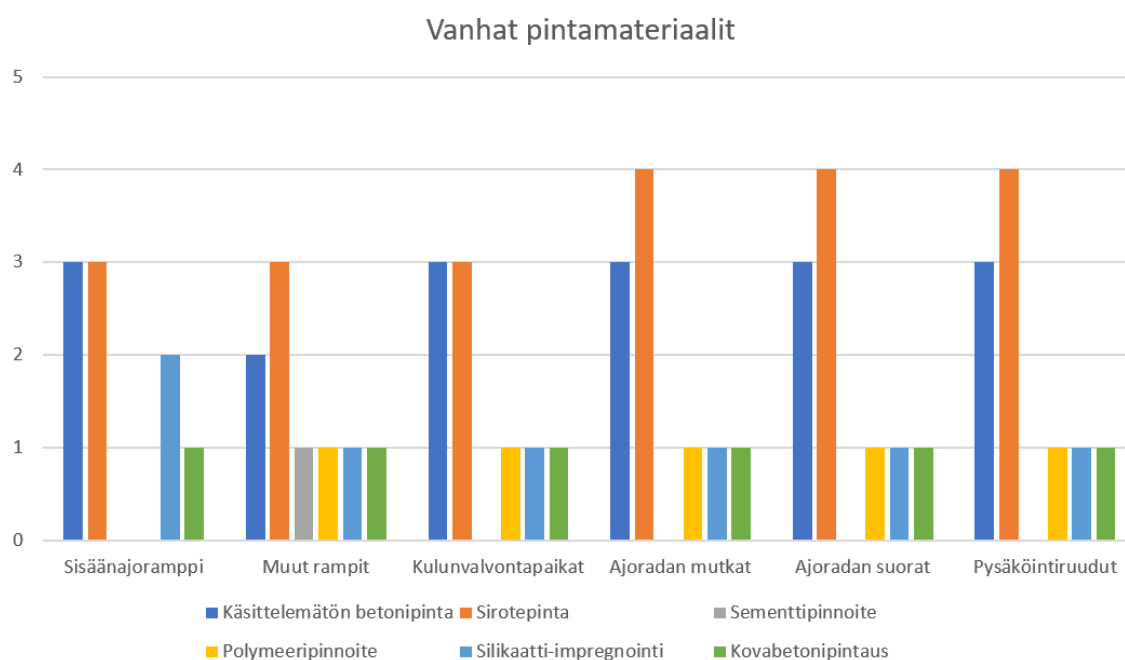
Kysely lähetettiin kaikille yhdeksälle yritykselle, joilta kultakin tavoitteena oli saada tietoja mahdollisuuksien mukaan kahdesta kohteesta, jossa he olivat olleet mukana urakoitsijan tai materiaalitoimittajan roolissa. Kyselyyn vastauksia saatiin yhteensä yhdeksän kappaletta, joten vastausprosentti oli hyvä, mutta kyselyllä saatu aineisto jäi tavoiteltua suppeammaksi.

Koska kyselyn otos on pieni, ei sen tuloksista voida tehdä täysin perusteltuja johtopäätöksiä useiden kysymysten kohdalla. Osa kysymyksistä oli kuitenkin sellaisia, että niiden vastausten trendi vahvasti esimerkiksi luvussa 2.2 esitettyjä pintarakenteiden korjaustarpeen merkittävimpiä aiheuttajia.

Kyselyn vastauksista saadut tulokset taulukoitiin ja niistä tehtiin kuvaajat, jotka on esitetty tässä luvussa. Vastausten tulokset antavat suuntaa sille, mitä pintamateriaaleja on suosittu pysäköintilaitosten lattioissa aikaisemmin ja mitä materiaalityyppejä niiden korjaamisessa on hyödynnetty viime vuosina. Lisäksi yhteistyöyritysten vastauksista saatiin informaatiota pintarakenteiden korjaustarpeen aiheuttajista sekä korjaustyön suunnittelusta ja toteutuksesta.

Kuvassa 7 esitettyyn kaavioon on koottu korjatuissa kohteissa olleiden vanhojen pintamateriaalien esiintyminen ja sijainti pysäköintilaitoksien eri osissa. Vanhojen pintamateriaalien osalta huomattavan suuren osan lattiapinnoista todettiin kyselyn vastausten perusteella olevan sirotepintaista tai käsittelemätöntä betonia, mikä todettiin myöhemmin myös pysäköintilaitosten katselmuksissa. Vastausten käsittelemästä kohteesta vain kahdessa oli tiedossa pinnalle tehty silikaattikäsitteily ja yhdessä kohteista oli tehty aikaisem-

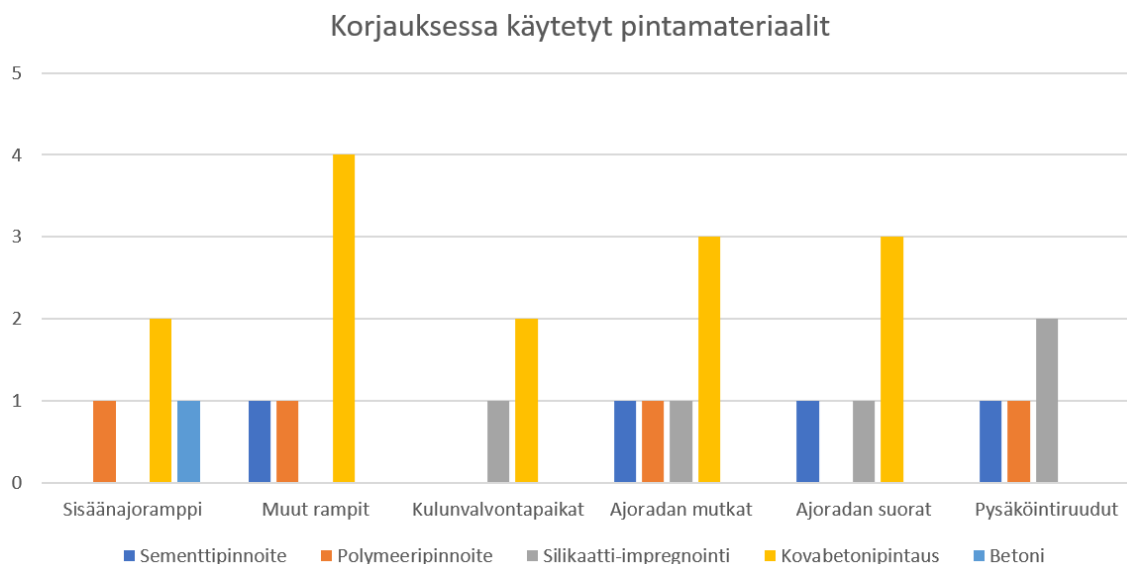
pia kovabetonikorjauksia. Vaikka epoksilakat ja polymeeripinnoitteet eivät täytä auto-suojan lattiapinnalle asetettuja palovaatimuksia, oli kyselyn vastausten mukaan yhdessä korjatusta kohteesta tasojen pinnoitteena käytetty aiemmin epoksilakkaa. Tämän perusteella myös pysäköintilaitoksien lattioissa voi esiintyä polymeeripinnoitteita, jolloin herää kysymys siitä, onko tällaisissa kohteissa kiinteistönomistajalla tiedossa nykyinen määräys lattiamateriaalien palonkestovaatimuksista ja onko paloviranomainen ottanut kantaa asiaan. Samassa kohteessa oli kuitenkin myöhemmin rampit pinnoitettu palonkestovaatimukset täyttävällä sementtipinnoitteella.



Kuva 7. Lattioiden vanhat pintamateriaalit pysäköintilaitosten eri osissa

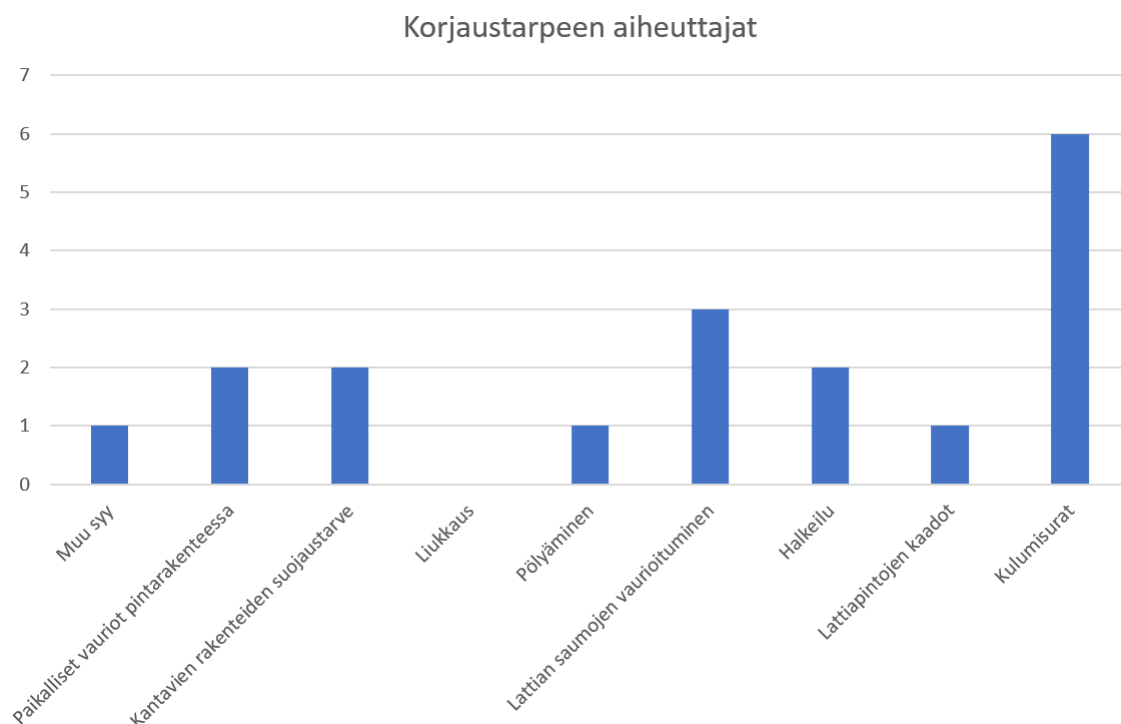
Vanhojen pintamateriaalien tapaan kyselyssä selvitettiin korjauksissa käytettyjä materiaaleja ja niiden käyttöä eri osissa pysäköintilaitoksia. Saadut vastaukset koottiin kuvaajaan, joka on esitetty kuvassa 8. Vastauksista on nähtävissä, että kovabetonipintausta on korjaustoimenpiteenä käytetty selvästi eniten kohteissa, joihin liittyen kyselyssä vastattiin. Kovabetonia vastausten käsittelemissä kohteissa on käytetty sekä tasoilla, että rampeilla lukuun ottamatta kulutusrasitusluokan III alueita. Silikaattikäsittelyjä ja lattiapinnan hiontaa oli kyselyn kohteista kahdessa tehty pysäköintiruuduille, minkä lisäksi sitä oli käytetty toisessa kohteista myös kulunvalvontapaikalla ajoradan kovettamiseen. Yllättävää oli, että sementtipohjaista pinnoitteita oli käytetty ainoastaan kahdessa kohteessa, joista toisessa sillä oli päällystetty pysäköintiruudut ja toisessa pinnoitettu ajoradat tasoilla ja pysäköintilaitoksen sisäisillä rampeilla. Yhdessä kohteista oli käsittelemättömät betonipinnat sisäisillä rampeilla, sekä ajoradan mutkissa ja pysäköintiruuduissa pinnoitettu polymeeripinnoitteella, joka oli valittu materiaalitoimittajan mukaan korjaustuotteeksi elastisuutensa takia. Lisäksi kyselyssä tuli ilmi myös toinen kohde, jonka sisään-

ajorampin kulumaurien korjauksessa oli käytetty polymeerituotetta. Molemmissa koh-teissa pinnoitteen käytöstä oli keskusteltu paloviranomaisen kanssa, joka oli antanut hy-väksynnän paloluokaltaan A2_{FL}-s1 luokaan kuulumattoman tuotteen käytölle. Tämän pe-rusteella pysäköintilaitosten korjaamisessa ainakaan paikallisesti polymeerituotteiden käyttö ei näin ollen ole pois suljettua.



Kuva 8. Lattioiden korjauksissa käytetyt pintamateriaalit pysäköintilaitosten eri osissa

Itse lattioiden pintamateriaalien lisäksi kyselyssä pyrittiin selvittämään korjaukseen joh-taneita syitä, jotka kerättiin kuvassa 9 esitettyyn kuvaajaan. Pysäköintilaitoksissa tapah-tuvasta ajoneuvoliikenteestä johtuvan mekaanisen rasituksen aiheuttama urien muodos-tuminen nousi kyselyn vastauksissa yleisimmäksi syyksi lattioiden pintarakenteen kor-jaamiselle. Itse urien jälkeen korjaustarvetta eniten aiheutti lattian saumojen vaurioitumi-nen, johon ajoneuvoliikenne on myös osasyynä. Kahdessa kohteesta vastaaja ilmoitti lat-tian korjaustarpeen syyksi myös lattian paikalliset vauriot, kuten pinnan irtoamisen ja lohkeilun. Tämä saattaa olla alun perin seurausta epäonnistuneesta työsuoritteesta, jonka seurauksena lattia on liikennesäilytyksen alaisena vaurioitunut kyseisestä kohdasta. Huo-mion arvoisia korjaustarpeen aiheuttajia vastauksissa olivat pinnan halkeilu ja alapuolisen kantavan rakenteen suojaaminen, sillä ne kertovat lattian pintarakenteen toimivuuden tär-keydessä muun rakenteen säilyvyyden kannalta. Kohteissa, joissa kantavien rakenteiden suojaustarve ilmoitettiin korjaustarpeen aiheuttajaksi, oli havaittu välipohjassa vesivuotoja, joista aiheutui riski kantavan rakenteen säilyvyydelle. Vedenpoiston ongelmiin liit-tyviä riittämättömiä kaatoja oli korjattu vain yhdessä kohteessa ja pölyämisen takia kor-jaustoimiin oli niin ikään ryhdytty vain yhden pysäköintilaitoksen osalta. Lattiapintojen liukkautta kyselyn vastauksissa käsitellyistä pysäköintilaitoksista ei ollut koettu ainakaan niin suureksi ongelmaksi, että se olisi ilmoitettu korjaustarpeen aiheuttajaksi. Yhdessä kohteessa pysäköintiruutujen pinnoitustyö osaksi lähinnä arkkitehtonisista syistä, koska pysäköintitilojen omistaja halusi niihin sävytetyn pinnoitteen.



Kuva 9. Lattian korjaustarpeen aiheuttajat

Yhteistyöyritysten vastauksissa tiedusteltiin edellä käsiteltyjen asioiden lisäksi myös korjauksen suunnittelun toteutusta. Kyseiseen asiaan liittyen kävi ilmi, että kaikissa vastausten käsittelemistä korjaushankkeista ei ollut mukana erillistä rakennesuunnittelijaa vaan lattiaurakoitsija toteutti korjaustyön ainoastaan materiaalivalmistajan ja -toimittajan työohjeilla. Kyselyn vastaukset käsittivät kaikkiaan kahdeksan korjattua pysäköintilaitosta, mutta vain neljässä vastauksissa työohjeiden laatijaksi ilmoitettiin rakennesuunnittelija. Lopuissa neljässä kohteessa varsinaista rakennesuunnittelua ei nähtävästi ollut tehty, vaan korjattavat alueet oli määritellyt tilaajan taholta ja korjaustavan valinta tehty urakoitsijan kokemuspohjaisen tiedon perusteella. Itse korjaustyö oli suoritettu käyttämällä materiaalivalmistajien ja toimittajien antamia työohjeita.

Lattiapintojen korjaukset ovat yleisesti ottaen varsin lyhytkestoisia projekteja, ja kyselyssä korjattujen lattiapintojen käyttöönotto tapahtui korjauksen laajuudesta sekä raskausasteesta riippuen nopeimmillaan jopa yhden vuorokauden kuluttua ja pisimmillään kolmen viikon päästä korjauksen aloittamisesta. Ajallisesti lattioiden pintaosien korjaukset ovat siis varsin pieniä toimenpiteitä monien muiden rakennusosien korjaamiseen verrattuna. Koska sekä käytön asettamia vaatimuksia vastaavan ratkaisun löytäminen, että itse korjaaminen kyselyssäkin todettiin toisinaan teknisesti varsin haasteelliseksi, voitaisiin käytettävien ratkaisuiden kehittymisen kannalta nähdä suotuisaksi, että kaikkien kohteiden suunnittelussa olisi mukana myös rakennesuunnittelija.

Lattioiden pintarakenteen korjaustöiden laadunvalvonta tutkimuksen vastausten perusteella oli vaihtelevaa. Kohteista kolmessa laadunvarmistuksen toimenpiteistä ei ollut tie-

toa, eikä varsinaisia laadunvarmistuskokeita ollut tehty. kahdessa hankkeessa laadunvarmistuksen ilmoitettiin perustuvan kokeneen ja kyseisiin korjaushankkeisiin perehtyneen urakoitsijan käyttämiseen. Yhdessä kohteessa laadunvarmistustoimiksi ilmoitettiin ilmeisesti mallitöinä toteutetut ennakkokokeet, joilla pyrittiin optimoimaan käytetty pintamateriaali karheudeltaan sopivaksi ja kahdessa vastausten kahdeksasta korjaushankkeista ilmoitettiin laadunvalvonnan tapahtuneen kattavasti, sisältäen työvaiheiden dokumentoinnin ja töiden valvonnan työvaihekohtaisesti. Koska diplomityössä myöhemmin esitellyissä kohdekatselmusten havainnoissa esiintyi esimerkiksi piiloon jääneiden työvaiheiden paikoittaisesta epäonnistumisesta johtuneita pinnan vaurioitumisia, olisi tärkeää, että jokaisessa korjaushankkeessa laadunvalvontaa suoritettaisiin riittävällä tasolla esimerkiksi kaikki työvaiheet dokumentoimalla.

Korjatuille lattiapinnoille vastaajien arvioimat käyttöiät vaihtelivat käytetystä pintamateriaalista ja kohteesta riippuen 5-15 vuoden välillä, minkä pohjalta pysäköintilaitosten lattiapintojen korjaus sykli on huomattavan tiheä kaikkiin muihin rakennusosiin verrattuna. Todellisuudessa pintamateriaalien käyttöikä todettiin diplomityön katselmuksissa muutamassa kyselyn kautta mukaan tulleista kohteista jääneen huomattavasti lyhemmäksi. Käyttöiän kannalta, jonkun verran voitaneen nähdä olevan vaikutusta myös pysäköintitilojen ylläpidolla, johon lattiakorjauksen yhteydessä tulisi antaa ohjeistuksia. Käytön aikaisia toimenpiteitä korjatuille pinnoille oli korjaushankkeiden suunnittelevien ja toteutavien tahojen puolesta tilaajalle ohjeistettu neljässä kohteessa. Näistä kahden kohteen osalta oli annettu tarkat toimintaohjeet lattiapintojen kunnon tarkkailemiselle, jotta kuluminen merkkeihin voitaisiin reagoida ajoissa ennen suurempien vaurioiden muodostumista.

7. PINTAMATERIAALIEN TOIMIVUUS JA KUNTO KATSELMOIDUISSA KOHTEISSA

Korjauksissa käytettyjen lattiamateriaalien toimivuutta työssä tutkittiin katselmoimalla pysäköintilaitoksia ja mittaamalla korjatuilla pinnoilla tapahtunutta kulumaa, sekä havainnoimalla muita vaurioita korjatuissa pinnoissa. Kulumien mittauksiin käytettiin katselmuksissa vesivaakaa ja työntömittaa. Materiaalien kulumiskestävyyttä pyrittiin arvioimaan pysäköintilaitoksissa vuosittain vierailevien ajoneuvomäärien mukaan, jotta materiaaleille pystyttäisiin määrittämään käyttöikä tilojen käyttötiheyden mukaan.

Diplomityön toteutukseen liittyen katselmoitiin kaikkiaan seitsemän suomalaista pysäköintilaitosta. Katselmoidut kohderakennukset valikoituivat mukaan yhteistyöyrityksille tehdyn kyselyn ja yhteistyöyritysten referenssien kautta. Tässä luvussa käydään läpi katselmoidut kohteet ja niistä tehdyt havainnot sekä tehdään yhteenvetoa tarkasteltujen korjausmateriaalien toiminnasta rakennuksissa. Tietoja pysäköintilaitosten lattioiden korjatuista alueista saatiin kiinteistönomistajilta ja korjaushankkeissa mukana olleilta tahoilta, sekä diplomityössä mukana olleilta yhteistyöyrityksiltä, jotka olivat osassa kohteista toimineet materiaalitoimittajina tai urakoitsijoina.

7.1 Kohde 1

Työssä ensimmäinen katselmoitu kohde oli Etelä-Suomessa 1980-luvun lopulla rakennetun kauppakeskuksen pysäköintilaitos. Pysäköintitilat sijaitsevat kauppakeskuksen liiketilojen alla maanpinnan tason alapuolella yhdessä kerroksessa. Lämpimän pysäköintitilan alapohja on maanvarainen betonilaatta ja yläpuolinen välipohja elementtirakenteinen. Pysäköintilaitoksen sisään- ja ulosajoluiskat on korjattu vuonna 2016, mutta hallin muille lattiapinnoille ei kyseisen saneerauksen yhteydessä ollut mainittu tehdyksi korjaustoimenpiteitä.

Pysäköintitilojen lattiat olivat luiskia lukuun ottamatta käsittelemätöntä betonia. Lattiassa havaittiin huomattavan paljon halkeilua ympäri tilaa ja halkeamaleveys vaihteli havainnoituissa kohdissa välillä 1...5 mm. Maanvaraisen laatan saumoissa oli myös tapahtunut saumojen aukeamista, mistä johtuen laatan saumakohdissa oli reunoissa lohkeilua ja saumojen aukeaminen oli näin aiheuttanut laajempaa vauriota.

Ajoradoilla betonin pinnasta oli kulunut pois sementtikivi ja ajoratojen suorilla osuuksilla urasyvyys oli 2 mm luokkaa, mikä tulkittiin kohtuulliseksi ottaen huomioon, että lattiaa ei ollut korjattu luiskien korjauksien yhteydessä. Hallin perällä olevissa pesulatioissa oli polymeeripinnoite, jossa havaittiin irti lohkeilua alustasta.

Puomialueilla kulumisurat betonissa olivat pääosin noin 5 mm luokkaa. Toisen sisäänajoportin jälkeen käännytessä hallin sisäiselle ajoradalle muodostui todella jyrkkä käänös, mistä johtuen havaittiin erityisesti autojen ulomman takapyörän aiheuttavan voimakasta mekaanista kulutusta ajorataan. Kulumisuraa oli kyseisessä kohdassa paikattu sementtipohjaisella korjauslaastilla, mutta takapyörän kääntymiskohdasta mitattiin paikallisesti noin 20 mm kuluma.

Pysäköintilaitoksen sisään- ja ulosajoluiskille oli tehty pintakorjaukset vuonna 2016 kahta eri materiaalia käyttäen. Ulkotiloissa sijaitsevat osat sisään- ja ulosajoluiskista oli korjattu valamalla niihin paksuudeltaan 120 mm ja lujuusluokan K45 pintabetoni. Luiskat sisätiloissa oli korjattu käyttäen kovabetoniin verrattavaa, suuren lujuuden nopeasti kovettuvaa korjausmassaa. Luiskien sisäosiin oli alusbetonin päälle valettu nopeasti kovettuvalla korjausmassalla 25 mm pintakerros suojaamaan alusrakennetta mekaaniselta kulutukselta ja muilta ulkoisilta rasisuttekijöiltä. Pintamateriaalin kulutuskestävyysluokasta ei kuitenkaan saatu tietoja.

Katselmuksessa luiskista mitattiin ajourien kulumat sekä luiskien ulko- että sisäosista. Sisäänajoluiskan betonilla korjatussa ulko-osassa mitattiin luiskan puolesta välistä 10 mm kuluma ja ennen sisälle halliin vievän kaarteeseen alkamista 6 mm kuluma. Sisäänajoluiskalla sisätiloissa pintamateriaalina käytetty korjausmassa oli kestänyt kulutusta huomattavasti paremmin ja ajourien kohdalla pinnasta oli lähinnä hioutunut pois sementtiliima. Varsinaista uraa ei kuitenkaan ollut muodostunut, eikä pinnasta ollut mitattavissa mekaanisesta kulutuksesta aiheutunutta epätasaisuutta.

Ulosajoluiskalla sen sijaan havaittiin kulumaa myös sisäosan kovemmassa pintamateriaalissa. Puomialueella heti portin jälkeen urasyvyudeksi mitattiin 8 mm, mutta uran syvyys pieneni kohti ulko-ovea tultaessa. Ulosajoluiskan ulko-osassa oven jälkeen oli huomattavan suurta kulumaa ja urasyvyudeksi mitattiin pahimmillaan 23 mm, mikä parin vuoden käytön jälkeen on varsin hälyttävää. Urasyvyys kuitenkin pieneni ylöspäin mentäessä ja puolessa välissä luiskaa urien mitattiin olevan syvyydeltään 10 mm luokkaa.

Käsittelemättömällä betonilla toteutettu luiska on haasteellinen siinä mielessä, että sen tulee olla pakkasenkestävää, mikä saavutetaan riittävällä suojahuokostuksella. Toisaalta taas betonin huokoisuus helpottaa hiilidioksidin sekä kloridien pääsyä rakenteeseen. Kohteessa pintabetonikerroksen paksuus kuitenkin varsin suuri, joten sen läpäiseminen vaatii hiilidioksidilta ja klorideilta huomattavan pitkän ajan. Pintalaatassa käytetyn betonin kiviaines oli raekooltaan suurta, mutta erottumista oli tapahtunut, minkä vuoksi pinnassa oli lähinnä sementtikiveä. Kiviaines ei ollut tullut esiin hierron yhteydessä, mikä katsottiin yhdeksi mahdolliseksi osasyiksi näin nopeasti muodostuneisiin syviin kulu- tusuriin.

Parissa vuodessa muodostuneeseen huomattavan raskaaseen kulumaan arvioitiin olevan osansa myös luiskan jyrkkyydellä ja ihmisten ajokäyttäytymisellä. Katselmuksen aikana

havainnoitiin luiskien liikennettä ja ovesta ulos pääsevien ajoneuvojen havaittiin useassa tapauksessa kiihdyttävän todella voimakkaasti. Kun tähän yhdistetään se, että luiskan ulko-osaa hiekoitetaan talviaikaan sepelillä, joka pyörii renkaiden luistaessa renkaan ja betonipinnan välissä, voidaan ajorataan kohdistuvan mekaanisen rasituksen todeta olevan erittäin raskasta.

Kiinteistön ylläpidon mukaan hallissa vierailee vuosittain noin 300 000-350 000 autoa. Kahden vuoden aikana sisäluiskalla käytetty suuren lujuuden omaava korjausmassa oli kestänyt kohtuullisen hyvin, ulosajon puomialueelle syntynyttä kulumaa lukuun ottamatta. Puomialueella 25 mm pintakerroksesta 8 mm eli vajaa kolmasosa oli kahden vuoden rasituksen seurauksena kulunut pois. Korjatun pinnan ikä huomioiden ja oletettaessa kulumisen jatkuvan samalla nopeudella olisi ulosajoluiskan sisäosan pintamateriaalin käyttöikä kulunein puomialue mukaan lukien noin 6 vuotta. Kuitenkin suurin kuluminen todettiin hyvin paikalliseksi, minkä perusteella tarve koko sisäluiskan uusimiseksi voidaan arvioida näillä tiedoilla olevan huomattavasti pitempi.

Sen sijaan ulkoluiskalla erityisesti ulosajon puolella kulumista oli tapahtunut korjauksesta kuluneeseen aikaan nähden paljon ja luiskan pintakorjaus saattaa tulla ainakin paikallisesti ajankohtaiseksi ja muutaman vuoden kuluttua, mikäli kuluminen jatkuu samalla nopeudella. Vaikka pintavalussa käytetty betonin lujuusluokaksi oli ilmoitettu K45, vaikutti tavanomainen betoni kulutuskestävyyden osalta riittämättömältä ratkaisulta julkisen pysäköintilaitoksen ulkotilassa sijaitsevalla luiskalla.

7.2 Kohde 2

Toinen kohde, johon diplomityössä tehtiin katselmus, oli pääkaupunkiseudulla sijaitsevan liikekiinteistön maanalainen pysäköintilaitos, joka on avattu uudistumisen ja laajenuksen jälkeen vuonna 2009. Lämpimässä luolaparkissa on pysäköintitiloja kolmessa tassa, ja niiden välipohjat on toteutettu betonirakenteisina. Lattiapinnoille ei katselmuksen ajankohtaan mennessä ollut tehty korjaustoimenpiteitä, pienialaisia paikkauksia ja halkeamakorjauksia lukuun ottamatta.

Pysäköintitilojen lattioissa oli käytetty pintamateriaalina korundipohjaista sirotetta tasojen ajoradoilla ja luiskilla. Pysäköintiruuduissa oli liikennealueista poiketen käytetty polymeerimodifioitua sementtipinnoitetta, joka täyttää autosuojan lattiapinnoille asetetut palonkestovaatimukset. Lisäksi samalla pinnoitteella oli tehty ajoratojen opastusmerkinät.

Halkeilua oli havaittavissa osassa lattiaa, mutta se rajoittui vain pienille alueille ja laatan pintaan, minkä vuoksi sen arvioitiin tapahtuneen jo lattiavalun kuivumisen aikana. Pintalaatassa oli paikoin myös syvempiä halkeamia, jotka ovat todennäköisesti syntyneet pintaalaan alaisten rakenteiden liikkeiden seurauksena. Suurin osa näistä halkeamista oli

korjattu injektoimalla, mutta esimerkiksi yhden tason ja rampin liittymäkohdassa pintalaatta oli haljennut useasta kohdasta ja paikoin lähes 10 mm leveiden halkeamien reunoissa oli havaittavissa lohkeilua.

Pysäköintitasoilla lattiapinnat olivat pääosin hyvässä kunnossa niiden ikä huomioiden. Paikallisen halkeilun lisäksi lattioissa oli pysäköintitasoilla muutamassa kohtaa pienelle alalle rajoittuvia sirotepinnan irtoamisia. Yhdessä kohdassa havaittiin liian pintaan jäänyt teräs, jonka päältä betoni oli lohjennut pois. Pysäköintitasojen ajoväylillä ei ollut edes merkittävässä määrin kohtia, joissa sirote olisi kulunut pois betonin päältä. Ajourien syvyydeksi tasoilla mitattiin suorilla suurimmillaan vain 2 mm, eikä tätä suurempia mitaustuloksia saatu mutkissakaan.

Pysäköintiruuduissa käytettyyn polymeerimodifioituun sementtipinnoitteeseen oli jäänyt raapimisjälkiä nastarenkaiden kääntelyn seurauksena. Ruuduissa ei kuitenkaan havaittu kohtia, joissa pinnoite olisi irronnut tai se olisi kulunut pois betonin päältä. Ajoratojen opastamerkinnot sen sijaan olivat paikoitellen kuluneet siten, että niiden alla oleva betonipinta oli tullut näkyviin.

Tasojen välisillä kaarevilla rampeilla sirote oli ajourien kohdalla kulunut pois. Ramppien ajourien syvyydeksi mitattiin suurimmillaan 4 mm ja rampeissa havaittiin satunnaisia sirotepinnan irtoamisia, jotka kuitenkin olivat erittäin pienialaisia. Ramppien pintalaatoissa oli jonkun verran havaittavissa rampin suuntaan nähden poikittaisia halkeamia, joiden arveltiin johtuvan siitä, että rampit on valettu kerralla ja niissä oli vain saumat, jotka irtottivat ne tasosta.

Kohteena olevaan luolaparkkiin johti kaksi luiskaa, joilla molemmilla oli sekä ulos- että sisäänajokaistat. Luiskia tarkastelu jouduttiin rajoittamaan vain niiden alaosaan, joissa sirote oli kulunut ajourien kohdasta pois ja pintabetoniin oli muodostunut selvät urat. Toisen käyntirampin sisäänajokaistalla urasyvyys vaihteli 5...10 mm välillä, mutta ulosajokaistalla urautuminen oli huomattavasti pienempää noin 2 mm luokkaa. Rampeilla havaittiin myös voimakkaampaa kulumista laatan saumojen kohdalla, jossa pintabetoni oli kulunut siten, että saumateräs oli ulkoneva muusta lattiapinnasta.

Hallin lattiapintojen suurin kuluma todettiin kulunvalvontapaikalla puomin jälkeen ulosajokaistan puolella. Autojen kiihdytys puomin jälkeen oli aiheuttanut ajourat, joiden syvyys oli suurimmillaan noin 14 mm. Voimakkain kulumisen rajoittui muutaman metrin matkalle puomista, jonka jälkeen kuluma oli aiemmin mainittua 2 mm luokkaa.

Sirotepintainen betoni oli hallissa kestänyt pääosin kulutusta varsin hyvin, sillä urasyvytydet olivat puomialueita lukuun ottamatta pienet lattiapinnan yhdeksän vuoden ikä ja käytöste huomioiden. Kiinteistön ylläpidolta ei saatu tietoa vuosittain pysäköintitiloissa vierailevasta ajoneuvomäärästä, joten kohteen havaintoja ei voida arvioida käyttömäärän mukaan. Katselmuksen aikana pysäköintitiloissa oli kuitenkin hetkittäin huomattavan vilkasta liikennettä, joten lattiapintojen voidaan katsoa altistuvan kovemmalle kulutukselle,

kuin ensimmäisessä kohteessa. Koska hyvin mekaanista kulutusta kestävää sirotetta on ainoastaan ohuelti lattian pinnassa, on mahdollista, että ajourien kulumisen kiihtyy tulevina vuosina, kun itse betoni paljastuu sirotteen alta.

Pysäköintiruuduissa käytetty polymeerimodifioitu sementtipinnoite oli katselmuksen havaintojen perusteella kestänyt hyvin. Nastarenkaista oli tullut sävytettyyn pinnoitteeseen raapimisjälkiä, mutta pinnoite vaikutti kuitenkin pysyneen suurimmaksi osaksi ehjänä. Koska pinnoitteessa oli huomattava määrä nastarengaskulutuksen aiheuttamia jälkiä, ei sen käytännössä voida katsoa enää varmuudella olevan tiivis. Myös ajoväylillä samalla pinnoitteella toteutetuista opastemerkinnöistä suuri osa oli lähes uuden näköisiä. Kuitenkin osa merkinnöistä oli kulunut paikoitellen kokonaan pois. Kyseisen kohteen perusteella on vaikea tehdä johtopäätöksiä pinnoitteen toiminnasta ajoväylillä, sillä pinnoitettua alaa ajoväylillä oli todella vähän ja kuluneiden merkintöjen kohdalla ajorata kääntyi siten, että pinnoite oli rasituksellisesti hankalassa kohdassa ja pinnoite oli hieman koholla muusta lattiapinnasta. Myöskään se, oliko merkintöjen pohjatyöt toteutettu samalla tavalla kuin pinnoitetta yleisesti käytettäessä on tapana, jäi epäselväksi.

7.3 Kohde 3

Katselmoiduista pysäköintilaitoksista kolmas oli osa pääkaupunkiseudulla sijaitsevaa kauppakeskusta, joka on valmistunut 2000-luvun ensimmäisen vuosikymmenen puolessa välissä. Kauppakeskuksen pysäköintilat sijaitsivat osaksi rakennuksen kattotasolla, mutta suurin osa pysäköintilaitoksesta oli lämmintä tilaa kauppakeskuksen kellarikerroksessa. Kattotason pinnoille ei katselmushetkellä olleiden tietojen mukaan ollut tehty korjaustoimenpiteitä, eikä katselmuksessa havaittu korjattuja tai alkuperäisestä pinnasta poikkeavia alueita. Kellarikerroksessa sijaitsevilla pysäköintitiloilla sen sijaan oli tehty eri ajankohtina useammalle alueelle korjauksia kovabetonipintausta käyttämällä ja katselmuksen ajankohtana viimeisin korjaus oli suoritettu vuonna 2017.

Molemmilla pysäköintitasoilla oli alun perin käytetty pintamateriaalina sirotetta ja suurilta osin tasojen pinnat olivat yhä alkuperäiset. Ylätasolla ei ollut muodostunut kaarteisiinkaan suuria uria, mutta pääajoväyliä kaarteissa sirotepinta oli kulunut alusbetonin päältä pois, minkä vuoksi urien syveneminen on oletettavaa tulevina vuosina. Kattotason suurimmat kulumat havaittiin kattotasolle tuovan kierrerrampin jälkeen, missä urasyvyys oli noin 10 mm luokkaa. Paikallisesti ylätasolla havaittiin myös sirotepinnan irtoamista, mikä pinnan kulumisen lisäksi altistaa kannen betonirakenteet mekaaniselle ja kemialliselle rasitukselle. Ylätasolla havaittiin useassa kohdassa myös pintalaatan halkeilua, jolloin suolojen pääseminen syvemmälle rakenteeseen on mahdollista. Laatan halkeilun lisäksi laatoissa oli tapahtunut saumojen aukeamista ja saumaraudoitteet olivat ajourien kohdalta paikoin vaurioituneet.

Ylätasolle tuova kierrerramppi oli kulunut huomattavasti ja siihen oli muodostunut leveät ajourat, joissa ei ollut enää sirotetta. Urasyvyys rampilla vaihteli ja oli suurimmillaan 20

mm luokkaa. Kulutuksen seurauksena laatan pinnassa oli paikoin paljastuneita teräksiä. Rampin laatan jakavat saumaraudoitteet olivat kulumisen seurauksena pinnasta ulkonevat, mutta saumalaitteet olivat rampin muuhun kulumiseen nähden silmämääräisesti tarkasteltuna hyväkuntoiset.

Kauppakeskuksen alapuolella olevissa pysäköintitiloissa lattiapintaa oli korjattu monin paikoin ja suurelta alalta. Alkuperäinen sirotepinta oli yhä hallitseva pintamateriaali, mutta ajoväylillä se oli rengaskulutuksen seurauksena kulunut suurelta osin pois ja lattiassa oli myös ajoradan suorilla osuuksilla paikoin 8 mm syvät urat. Paikoitellen lattiassa oli myös tapahtunut sirotepinnan lohkeilua ja irtoamista alusbetonista. Ajoväylillä oli pinnan kulumisen ja lohkeilun seurauksena paikoitellen paljastuneita teräksiä, joissa oli silmin havaittavaa ruostevaurioitumista.

Kauppakeskuksen itäpäädyn ulos- ja sisäänajorampit ja niiltä pysäköintitiloihin johtavat ajoväylät oli korjattu vuonna 2014 kovabetonipintauksella. Itäpäädyn sisäänajorampilta mitattiin suurimmillaan 10 mm kumat rengasurien kohdalla ja kulumisen lisäksi havaittiin paikoin pintakerroksen irtoamista alustasta. Pintakerroksen irtoamista oli tapahtunut muutamissa paikoissa kyseistä osaa pysäköintilaitoksesta pienialaisina vaurioina. Sisäänajoluiskalla kovabetonipinta oli myös halkeillut ja vaurioitunut kahden liikuntasauaman kohdalta ajourasta.

Alimman kerroksen pysäköintitilojen pituussuunnassa kulkevat pysäköintilaitoksen molemmin puolin pääajoväylät, joista etelän puoleiselle liittyi pitkältä sivulla kadulta tuleva ramppi. Rampilta ajoväylälle tultaessa ajorata tekee suoran kulman, jossa lattiapinnan mekaaninen rasitus muodostuu erittäin suureksi. Rampille sekä ajoväylälle sen edustalla oli katselmushetkellä tehty viimeisin pintakorjaus vuonna 2015, jolloin rampin kulmuisurat oli täytetty ja lattia pinnattu kovabetonilla. Rampin kaikilla ajokaistoilla pintakerroksen kulumisen oli huomattavan pitkälle edennyt ja rampin toiselta sisäänajokaistalta mitattiin ennen sisäpuolen ajoväylälle kääntymistä 30 mm urasyvyys. Kovabetoni oli tällä kaistalla kulunut urasta suurelta osin pois paljastaen urien täyttämiseen käytetyn korjausmassan, eli rampin lattian pintamateriaalin käyttöikä oli tämän kaistan osalta lopussa. Rampilla olevan kaivon ympärillä oli tapahtunut kovabetonin lohkeilua ja pintakerroksen vähäistä irtomaista alustasta ilmeni paikoin liikuntasaumojen ympärillä.

Hallin pohjoisen puoleisella pitkällä sivulla kulkeva ajoväylä sekä itäpäädyn ajorata ennen sisään- ja ulosajoluiskalle vievää ajoväylää oli korjattu vuonna 2017 muiden pinta- korjattujen lattioiden tapaan kovabetonilla. Länsipäädyn kadulle vievä ramppi oli päällystetty kokonaan ja lyhyt osa pitkän sivun puolivälissä olivat koko ajoradan leveydeltä toteutettu kovabetonipintauksella. Näiden lisäksi eteläisellä sekä itäpäädyn ajoväylällä oli tehty paikoin urakorjauksia kovabetonipintausta hyödyntäen. Vuonna 2017 tehdyissä korjauksissa pinta oli silmämääräisesti epäsiistin näköinen ja pinnan korkea kiilto paljasti siinä olevat epätasaisuudet. Korjauspinta oli kuitenkin kestänyt hyvin kulutusta, eikä siitä

mittaamalla havaittu uraa, vaikka pinnasta silmämääräisesti pystyttiin erottamaan liikenteen ajolinjat. Kovabetonin ja alustan välisen tartunnan pettämistä löydettiin vain muutamasta yksittäisestä kohdasta pienialaisena vauriona.

Kiinteistönomistajalta saadun keskimääräisen päiväkohtaisen käyttäjämäärän mukaan kauppakeskuksen pysäköintitiloissa vierailee vuosittain yli kolme miljoonaa ajoneuvoa, mistä johtuen kohteen lattiapinnat ovat erittäin raskaasti kuormitettuja. Alkuperäinen, katselmushetkellä noin 13 vuotta vanha sirotepinta oli kulunut lähes poikkeuksetta kaikkialla ajoradoilla pois ja urien muodostuminen oli lattiapinnoilla voimakasta. Pysäköintitilojen suorilla korjatuissa kohdissa kovabetoni oli kestänyt kulutusta hyvin ottaen huomioon tilojen erittäin korkea käyttöaste. Tartunnan epäonnistuminen oli kovabetonipinnoilla aiheuttanut suurimmat vauriot, jotka nekin olivat hyvin satunnaisia ja pienialaisia.

Luiskilla sen sijaan kovabetonissakin oli havaittavissa huomattavasti pidemmälle edennyttä kulumista. Idän puoleisella rampilla vuonna 2014 tehdyssä kovabetonipinnassa mitattiin suurimmillaan 10 mm urasyvyys, mikä vastaa kahta kolmasosaa oletettavasta 15 mm kerrospaksuudesta. Mikäli kulumisen jatkuu samalla nopeudella, voidaan itäisen rampin arvioida olevan korjaustarpeessa viimeistään kahden vuoden kuluttua katselmushetkestä ja kaiken kaikkiaan pinnan lopullinen käyttöikä olisi noin kuusi vuotta.

Etelänpuoleiselle rampille ja sen edustalle vuonna 2015 tehty kovabetonikorjaus oli havainnointihetkellä jo korjauksen tarpeessa. Tulevien korjausratkaisujen suunnittelun kannalta voidaan kyseinen osa pysäköintilaitoksesta katsoa olevan huomattavan haastava, sillä pinta oli katselmointihetkellä vain kolme vuotta vanha, mikä on huomattavan lyhyt aika tämän tyyppisen kovan pintakerroksen loppuun kulumiselle. Katselmuksen aikana tehdyn liikenteen havainnoinnin perusteella kyseisen rampin arvioitiin olevan koko selvästi pysäköintilaitoksen vilkkaimmin liikennöity ja kiinteistön ylläpidolta saatiin tähän myös vahvistus. Lisäksi ajogeometria rampin ja ajoväylän liittymäkohdassa on ongelmallinen jyrkän käännöksen vuoksi. Kaarrekohtaan tullaan katutasosta myös varsin suurella nopeudella, koska kohteessa ei ole puomeja vaan pysäköintitiloihin pääsee ajamaan vapaasti.

7.4 Kohde 4

Neljäs katselmoitu kohde oli Länsi-Suomessa sijaitseva maanalainen pysäköintilaitos, joka on valmistunut 1990-luvun puolella välissä ja laajennettu 2000-luvun alussa. Kyseisessä kohteessa pysäköintitilat oli sijoitettu kalliolouhokseen, ja maanalaisen rakennelman välipohja ja kansi sekä pilarit on toteutettu betonirakenteisina. Kohteessa havaittiin, että lattiapinnoille oli tehty useampia korjauksia vuosien varrella. Kiinteistönomistajalta saadun tiedon mukaan viimeisin lattiapinnoille tehty korjaus katselmushetkellä oli tehty vuonna 2011.

Alkuperäisenä lattian pintamateriaalina kohteessa oli käytetty kuivasirotetta, ja lattiat olivat sirotepintaisia edelleen koko alemman tason maanvastaisessa laatassa, sekä ylemmän tason pitkiä reunoja kulkevilla suorilla ajoväylillä. Ylemmän pysäköintitason ympäri kulkevien ajoväylien keskelle jäävällä alueella oli osa, jossa sirotepinnan päälle tehty kova-betonipinta ennen 2010-lukua. Samankaltaista ratkaisua oli käytetty myös osassa ylemmän tason sivuilla kulkevien suorien ajoväylien pintaa. Vuonna 2011 pysäköintilaitoksen molempien päiden sisäänajoluiskat ja ylätasojen sisäänajoväylät oli korjattu niin ikään kovabetonipintauksella.

Lattioiden alusrakenteessa esiintyvää laattojen rakenteellista halkeilua ei koko pysäköintilaitoksessa havaittu edes maanvastaisessa laatassa hallin alemmassa kerroksessa. Laatoissa oli kuitenkin tapahtunut lohkeilua ja vaurioitumista saumakohdissa, joissa oli tapahtunut liiallista sauman aukeamista. Alemmassa kerroksessa laatassa oli saumoja hyvin tiheällä välillä ja monessa kohdassa lattiapinta nousi laatan saumakohdasta ylöspäin, mikä on osaltaan lisännyt saumaan kohdistuvaa liikenteen aiheuttamaa mekaanista rasitusta.

Alkuperäisessä sirotepinnassa oli monin paikoin kohtia, joissa sirote oli kulunut pois betonilattian pinnasta. Suurinta sirotepinnan kulumisen oli ajoväylillä ja erityisesti laatan saumakohdissa sekä hallin alatasolla, että ylätasojen osissa, joissa lattia oli yhä sirotepintainen. Erityisesti ylemmällä pysäköintitasolla oli myös kohtia, joissa sirotepinta oli lohkeillut irti alustasta. Alatasojen arveltiin katselmuksen ja korjaushistorian perusteella olevan huomattavasti vähemmällä käytöllä ylätasoon verrattuna, sillä alatasojen sirotepinnassa mitattiin suurimmillaan vain 6 mm ura eteläisen ulosajokaistan mutkassa. Tämä vaikuttaisi viittaavan siihen, että alemmassa kerroksessa sirotepinta on kestänyt varsin pitkään suojaten alusbetonia suuremmalta kulumiselta. Koska sirotepinta kuitenkin oli monin paikoin kulunut, on mahdollista, että laatan kulumisen nopeutuu vähitellen, suojaavan pinnan hävitessä. Ylätasolla suorilla havaitut urasyvyydet olivat vain 1...2 mm luokkaa myös niillä alueilla, joissa oli yhä sirotepinta.

Yläkerrassa sirotepinnan päälle oli osassa pysäköintitasoa ja ajoväylää tehty erillinen pintakerros kovabetonista. Nämä alueet olivat silmämääräisesti erotettavissa 2011 vuoden korjauksesta, ja sirotepinnan päälle tehdyissä kovabetonilaatoissa havaittiin useassa paikassa ongelmaa pintakerroksen ja alustan välisessä tartunnassa. Ylätasojen keskiosassa havaittiin huomattavan laaja-alainen vaurio-kohta, jossa pintalaatta oli irronnut alustastaan, mutta oli yhä osittain paikallaan. Vaurioalueella olevista kohdista, joista pinta-laatasta puuttui pala, havaittiin että kovabetonikerroksen alustana ei ollut käsittelemätön betoni, vaan pintamateriaali vaikutti olevan asennettu vanhan pintamateriaalin päälle. Suorilla ja pysäköintitasolla ennen vuotta 2011 tehdyissä kovabetonipinnoissa ei havaittu juurikaan urien muodostumista vaan pintamateriaalin ongelmana riittämätön tartunta pinnattuun alustaan.

Pysäköintilaitoksen sisään- ja ulosajorampeilla, sekä ylätason päätyjen kaarrealueilla olevassa kovabetonipinnassa oli tavanomaista liikenteen mekaanisesta rasituksesta lattiapinnoille aiheutuvaa kulumista ja urien muodostumista. Sisäänajoluiskilla ja rampeilla oli käytetty harmaata kovabetonia ja katutasosta alaspäin laskevilla sisäänajoluiskilla sekä ulosajoluiskilla laitoksen molemmissa päissä urasyvytydet olivat suurimmillaan 7...9 mm. Pysäköintilaitoksen molempien päiden puomialueilta mitattiin suuret paikalliset kulumat sisäänajokaistoilta. Pohjoispään toisella sisäänajokaistalla puomin kohdalla oli lattiassa paikallinen 20 mm kuluma ja eteläpäässä vastaavassa paikassa oli ura syvimmillään noin 30 mm. Luiskilla ja rampeilla olevassa kovabetonissa ei havaittu alustasta irtoamista, mutta luiskien hulevesikaivojen reunoilla pintakerros oli parista kohdasta murtunut ja lohkeillut.

Ylätason päissä olevilla alueilla ajoradassa oli jyrkkiä kaarteita, minkä aiheuttama kulutuksen voimistuminen oli havaittavissa lattiapinnan urissa. Ylätason päätyjen kaarrealueet oli pinnoitettu kovabetonilla vuonna 2011, mutta käytetty pintamateriaali oli värisävyltään erilaista, kuin sisäänajoluiskilla. Eteläisellä sisäänajorampilta ylemmälle pysäköintitasolle johtavalla ajoväylällä heti rampin jälkeisessä kaarteessa urasyvytydeksi mitattiin 4 mm ja seuraavassa pitkälle sivulle vievässä kaarteessa oli ajoradalle muodostunut suurimmillaan 11 mm kulumisura. Suurin kuluma eteläpäädyssä mitattiin ulosajokaistalla pitkän sivun suoralta tulevassa kaarteessa, jossa ura ulkokaarten pyörien kohdalla oli syvimmillään 14 mm.

Pohjoispäädyn kovabetonipinnassa kuluminen oli huomattavasti vähäisempää. Rampilta ylätasolle tultaessa ajoradan kaarteessa oli toisen päädyn tavoin 4 mm kuluma, mutta seuraavassa kaarteessa urasyvytydeksi mitattiin vain 2 mm. Myös ulosajokaistalla kaarteissa kulumat olivat syvimmillään 3 mm luokkaa.

Kiinteistönomistajalta saadun tiedon mukaan katselmoidussa pysäköintilaitoksessa vierailee vuosittain noin 430 000-450 000 ajoneuvoa. Katselmuksen ja sitä edeltäneen viimeisimmän kovabetonikorjauksen välillä kuluneen 7 vuoden aikana oli kovabetonipinnassakin havaittavissa raskaimmin kulutetuissa kohdissa jo huomattavaa kulumista. Kaikkein voimakkain kuluminen rajoittui varsin paikalliseksi pysäköintilaitoksen puomialueille, johon autot pysähtyvät, mutta kovabetonipinta oli näissä kohdissa kulunut piste-mäisesti puhki, jolloin lattiapinnan voidaan katsoa olevan näiltä osin korjaustarpeessa.

Ylätasolla alueilla, joissa ajonopeudet ovat pienempiä ja ajoradalla ei ole nopeasti kääntyviä kaarteita, oli kovabetoni kestänyt hyvin. Ylätason keskiosan kovabetonikorjausten pohjatyöt vaikuttivat kuitenkin olevan puutteelliset, koska lattiassa oli havaittavissa laaja-alaista pintakerroksen irtoamista alustasta. Kohdista, joissa irronneesta kovabetonilaa-tasta oli lohjennut suurempi pala, tehtiin silmämääräiset havainnot alustasta, jota ei ollut jyrskitty betonille vaan vanha lattiapinnoite vaikutti olevan edelleen korjaustyössä tehdyn kovabetonipintauksen alla. Alusta tuntui huomattavan liukkaalta ja tiiviiltä, eikä se vai-

kuttanut päällisin puolin hyvältä tartunta-alustalta millekään pinnoitteelle tai lattian pintamateriaalille. Katselmuksessa ylemmän pysäköintitason arvioitiin olevan alatasoa käytympi ja suuremmat kuluvat vahvistavat arviota tilojen käytön jakautumisesta.

7.5 Kohde 5

Viides katselmoitu kohde sijaitsi Etelä-Suomessa ja pysäköintitilat sijaitsivat kauppakeskuksen yhteydessä maanpinnan alapuolisissa kerroksissa. Ensimmäinen lohko oli täysin yhdessä tasossa ja toisessa pysäköintitila osin varsinaisesta kerrostaosta poikkeavilla tasoilla, vaikka pääosin pysäköintitilan lohko oli yhdessä kerroksessa. Kolmannessa lohkossa pysäköintipaikat oli sijoitettu kahteen päällekkäiseen kerrokseen, joita erotti betonirakenteinen välipohja. Pysäköintitiloissa oli kaksi ramppia katutasolle vievää ramppia, joissa molemmissa oli yksi sisään ja yksi ulos vievä kaista. Kauppakeskus, jossa pysäköintitilat sijaitsivat, on valmistunut 1980-luvun lopulla ja viimeisin suurempi korjaus pysäköintitiloissa oli tehty katselmushetkellä vuonna 2017. Tätä edeltävistä korjauksista ei löytynyt tarkkoja tietoja.

Ensimmäisen lohkon lattian kantavana rakenteena oli kuitubetonilaatta, jonka pinnassa oli kulutuskestävyyden parantamiseksi lisätty sirote. Lohkon lattiapinta vaikutti tuoreemmalta, kuin kahden muun lohkon lattiapinnat. Toisessa lohkossa lattiapinnan arvioitiin olevan pinnoittamatonta betonia, sillä betonin pinnasta oli sementtikivi kulunut suurelta osin pois ja näkyvissä oli karkeampaa kiviainesta. Lattiassa ei ollut myöskään havaittavissa sirotepinnalle ominaista irtoilua missään kohtaa. Kolmannen lohkon ylempi kerros oli pinnoitettu sementtipolymeeripinnoitteella vuonna 2017 ja alemmassa kerroksessa oli vanha sirotepinta.

Lattian halkeilua oli havaittavissa lähinnä hallin kolmannen lohkon alemmassa kerroksessa, mutta lähes kaikki laatassa havaitut halkeamat oli korjattu injektoimalla. Laattojen saumojen lohkeilua oli tapahtunut koko pysäköintilaitoksessa, ja saumojen vaurioita oli korjattu sementtipaikkauksilla, mutta monet korjatuistakin saumoista olivat jo vaurioituneet uudestaan. Saumojen mekaanista rasitusta mahdollisesti lisää osassa hallia laattojen voimakkaat kaadot ja huomattavasti koholle jäävät laatan saumat.

Ensimmäisen lohkon lattiapinnassa oli havaittavissa paikoin varsin paljon näkyviä kuituja ja lattiassa oli paikoin siroteelle ominaista alusbetonista irtoamista. Huomattavaa urien muodostumista lohkon lattioissa oli tapahtunut ja karkeampaa kiviainesta sisältävä alusbetoni oli monin paikoin tullut esiin. Suurimmillaan lohkon lattiassa oli sisäänajoluiskalta tuovassa täyskäännöksen tekevässä mutkassa 21 mm urasyvyys ja mutkassa oleva saumaraudoite oli jäänyt urassa ulkonevaksi. Sisäänajoluiskalta tuovan mutkan jälkeisellä suoralla urasyvyudeksi mitattiin 3 mm ja seuraavasta mutkasta mitattiin 20 mm.

Toisessa lohossa lattiapinnassa oli näkyvissä suurelta osin karkeaa kiviainesta ja yleisesti lattian betoni näytti kaikkein kuluneimmalta. Suurimmaksi urasyvyudeksi kyseisessä osassa pysäköintilaitosta mitattiin kuitenkin vain 10 mm, mutta kulumaurat olivat laaja-alaisia. Lisäksi paljastunut kiviaines oli huomattavan karkeaa, mikä suurella todennäköisyydellä on hidastanut kulumista pinnan hienoaineksen hiouduttua pois mekaanisen kulutuksen seurauksena. Saumakorjauksia pysäköintilaitoksen keskiosassa oli tehty huomattavasti ja korjatut saumat olivat suurelta osin pysyneet lohkeilemattomina. Katselmuksessa havaittiin kuitenkin myös saumoja, joissa lohkeilusta johtuvaa korjaustarvetta oli ja osassa korjatuista saumoista lattia oli lohjennut korjatun sauman jälkeen.

Toisessa osassa osa pysäköintipaikoista sijaitsi kahdessa tasossa ja tasojen välisillä huomattavan jyrkillä rampeilla urat oli paikkakorjattu karkeaa kiviainesta sisältävällä betonilla. Urakorjausten ajankohdasta ei saatu tietoja, mutta toistaiseksi ne olivat kuluneet todella vähän, eikä tasoilla ramppien ala- ja yläpäissä ollut 4 mm suurempaa kulumaa.

Pysäköintitilojen kolmannessa lohossa yläkerroksessa oli vuonna 2017 tehty sementti-polymeeripinnoite. Pinnoite oli pääosin hyväkuntoinen, eikä siinä nastapyörien käänte-lystä aiheutuneita raapimisjälkiä ollut silmämääräisestikään huomattavaa kulumista. Alempaan kerrokseen vievää ramppia edeltävässä kaarteessa pinnoite oli pieneltä alalta kulunut alusrakenteen päältä pois ja kaarteesta mitattiin 4 mm urasyvyys. Lisäksi muutamassa kohtaa havaittiin pienialaisia vaurioita, jotka vaikuttivat johtuvan pinnoitteen riittämättömästä tartunnasta alustaansa.

Kolmannen lohkon alempi taso oli toteutettu maanvaraisella betonilaatalla, jossa oli sirotepinta. Alataso vaikutti olevan pysäköintilaitoksen vähiten käytetty osa, eikä lattiaan ollut tässä osassa hallia muodostunut kulumisuria. Pinta oli kuitenkin paikoin silmämääräisesti havainnoituna kulunut ja karkea. Lattiassa oli tapahtunut paikoin myös sirotteen irtoamista alustasta, ja osassa vauriokohdista lattiapinta vaikutti irronneen alusbetonista myös vauriokohdan ympäristöstä. Alakerroksessa oli myös suurin osa laatassa havaitusta halkeilusta ja halkeamat olivat monin paikoin leveydeltään 5 mm luokkaa. Kolmannen lohkon alakerroksessa havaitut halkeamat oli kuitenkin korjattu injektoidulla, eikä avonaisia halkeamia katselmushetkellä kyseisestä osasta hallia havaittu.

Pysäköintilaitoksen molemmilla sisään- ja ulosajoluiskilla oli tapahtunut näille rakennuksen osille tyypillistä kulumista. Luiskien pinta arvioitiin pinnoittamattomaksi suuren lujuusluokan betoniksi. Ensimmäisen ja toisen lohkon väliin sijoittuvalla luiskalla mitattiin sisäänajokaistalla luiskan alapäässä ennen puomia urasyvyudeksi 31 mm ja ulosajokaistalla luiskan yläpäässä olevaa puomia ennen 30 mm. Toisen ja kolmannen lohkon välissä sijaitsevalla luiskalla kuluminen oli vähäisempää ja sisäänajokaistalla ennen puomia oli kuluneimmassa kohdassa urasyvyys 20 mm.

Kiinteistönomistajan antaman tiedon mukaan pysäköintilaitoksessa vierailee vuosittain noin 300 000 ajoneuvoa. Suurin osa tästä massasta käyttää kahden ensimmäisen lohkon

pysäköintitiloja, mihin viittaa myös sisäänajoluiskien kulumaurien syvyyserot. Sementti-polymeeripinnalla pinnoitettu lattia sijaitsee näin ollen tilojen vähemmän käytetyssä osassa. Kuitenkin lattiaa on rasitettu sen verran, että pinnoite oli kaarrealueella vuoden aikana kulunut pois ajouran kohdalta.

7.6 Kohde 6

Kuudes katselmoitu kohde on Etelä-Suomessa sijaitseva, vuonna 2015 valmistunut maan-alainen pysäköintilaitos. Kohteen pysäköintitilat sijaitsevat kahdessa tasossa ja halliin kulku tapahtuu laitoksen päädyssä olevan luiskan kautta. Kohde oli katselmointihetkellä huomattavan nuori, mutta se valittiin mukaan työhön, koska siinä kaikki liikenne halliin ja pois tapahtuu yhden monikaistaisen luiskan kautta, ja luiskan ulko-osa on pinnattu kulutuskestävyysluokan A5 kovabetonilla.

Hallin sisäosan luiskat ja lattiat oli toteutettu pintavalulla normaalilla betonilla, jolle oli tehty impregnointikäsitteily. Hallissa ei ollut katselmusajankohtaan mennessä tehty varsinaisia korjaustoimenpiteitä, mutta sisäpuolen luiskien betonipintojen impregnointi oli uusittu vuonna 2017.

Pysäköintilaitoksen lattiapinnat olivat suurimmaksi osaksi edelleen lähes uutta vastaavia, vaikkakin pyörärasituksen kannalta rasitetuimmista paikoista löydettiin jo alkavaa uran muodostumista, joissa pinnan sementtikivi oli hioutunut pois ja betonin kuidut olivat tulleet näkyviin. Raskaimmin rasitetut paikat hallissa sisällä löytyivät molempien tasojen sisäänajokaistan pitkälle sivulle kaartavasta mutkasta ja puomialueilta. Sekä sisään- että ulosajokaistoilta mitattiin puomin kohdalta 5 mm urasyvyys. Ylätason sisäänajorampilta tulevan ajoradan pitkälle suoralle kaartavasta mutkasta mitattiin 7 mm urasyvyys ja vastaavassa kohdassa alemmalla pysäköintitasolla urasyvyys oli 6 mm. Ajoradoilla muissa kaarteissa urasyvyys olivat suurimmillaan välillä 3...5 mm.

Ulkopuolen kovabetonipintainen luiska oli silmämääräisellä tarkastelulla hyväkuntoinen, eikä pintakerroksessa havaittu halkeamia. Kaikilla neljällä ajokaistalla oli silmämääräisesti havaittavissa muutaman vuoden liikennekulutuksen seurauksena muodostuneet rengasurat. Katselmuksessa pysäköintilaitoksen ulkoluiskan kahden sisäänajokaistan suurimmat mitatut urasyvyys olivat 4 mm ja 6 mm ja ulosajokaistoilla vastaavasti 4 mm ja 7 mm. Oletetulla kovabetonipintausten 15 mm:n kerrospaksuudella voidaan siis arvioida pintarakenteen lähestyvän käyttöikänsä puoliväliä, jolloin pintarakenne tulisi kokonaisuudessaan vallitsevissa kulutusoloissa kestämaan noin kuusi vuotta.

Kiinteistönomistajalta saadun tiedon mukaan pysäköintilaitoksen vuosittainen ajomäärä on 300 000 ajoneuvon luokkaa. Kaikkiin katselmoituihin pysäköintilaitoksiin verraten voitaisiin lattioille aiheutuvan mekaanisen kulutuksen olevan tavanomainen tämän kokoluokan pysäköintilaitoksessa. Koska kaikki liikenne laitokseen ja laitoksesta ulos tapah-

tuu yhden luiskan kautta, voidaan kohteessa tarkastella hyvin kovabetonipinnan kulumisnopeutta ajourissa. Oletettaessa kovabetonipinta tasalaatuiseksi ja vertaamalla samaan suuntaan kulkevien kaistojen yhteenlaskettua urasyvyyttä rakenteen ikään, saadaan kovabetonin kulumisnopeuden keskiarvoksi suoralla, ulkotilassa sijaitsevalla luiskalla 3,5 mm/vuosi, kun pinnan rasitus on noin 300 000 ajosuoritetta vuodessa. Tällä yksinkertaistetulla periaatteella tarkasteltuna kohteessa käytetyn Böhme-kokeen mukaisen A5-luokan kovabetonin yhden millimetrin kulumaa vastaava vuosittainen ajosuoritemäärä luiskan rasitetuimmilla osilla olisi pyöristettynä lähimpään viiteen tuhanteen noin 85 000. Tarkkuutta heikentävät mittausmenetelmä, joka suoritettiin käyttämällä vesivaakaa ja työntömittaa käyttämällä ja mittaustulokset kirjattiin ylös millimetrin tarkkuudella. Kulumisen tarkastelussa arvioitiin järkeväksi rajoittaa kulumat vuositasolle, sillä vuosittain suurimman kuluman voidaan olettaa muodostuvan talvella, nastarenkaiden käyttöaikaan.

7.7 Kohde 7

Seitsemäs katselmoitu kohde on Etelä-Suomessa sijaitsevan toimisto- ja liikerakennuksen yhteydessä maanpinnan alapuolisissa kerroksissa sijaitseva pysäköintilaitos. Pysäköintilaitoksen paikat löytyvät neljästä eri tasosta siten, että kahden varsinaisen kerroksen lisäksi paikoitus tapahtuu kahdella kapeammalla tasolla, jotka sijoittuvat korkeusasemaltaan pääkerrosten väliin ja puoli kerrosta alemmaa pääkerrosta alemmaksi. 1970- ja 1980-luvun vaihteessa valmistuneen rakennuksen pysäköintitilojen välipohjat on toteutettu betonielementtirakenteisina ja pohjakerroksessa kantavana rakenteena on maanvarainen betonilaatta.

Kohderakennuksessa oli lattiapinnoille suoritettu viimeisimmät korjaustoimenpiteet vuonna 2012, jolloin lattiapintaa oli uusittu laajalta alalta. Korjauksessa sisäänajoluiska ja ylemmän kerroksen sekä välitason lattiasta oli poistettu vanha pintalaatta alustastaan irronneilta osilta ja lattiat oli pinnattu kulutuskestävyysluokan A5 kovabetonilla luiskien ja kahden ylimmän pysäköintitason osalta. Kovabetonilla päällystetyt pinnat oli lisäksi tiivistetty silikaattikäsittelyllä, millä oli saavutettu erittäin kovalta vaikuttava pinta. Laajojen pintarakenteen uusivien korjausten lisäksi kohteessa oli tehty samalla pienialaisia paikkakorjauksia alempiin kerroksiin.

Kahdella ylimmällä tasolla oleva kovabetonipinta oli kulunut varsin vähän katselmushetkeen mennessä. Silikaattikäsittely kovabetoni oli huomattavan kiiltävä ja kuivanakin varsin liukkaan tuntuinen käveltäessä. Lattiasta oli helppo silmämääräisesti erottaa ajoradan kaikkein raskaimmin rasitetut kohdat, joista silikaattia sisältävä pintakerros oli kulunut pois. Paljastunut kovabetoni oli impregnoitua pintaa vaaleampi ja himmeämpi, eikä lattia ollut näiltä kohdin yhtä liukas. Kovabetonikerroksen pinnassa oli laajalti verkkohalkeilua, minkä lisäksi lattiassa oli useassa kohdassa leveämpiä halkeamia erityisesti kaivojen ympärillä. Syvemmälle ulottuvat halkeamat oli kuitenkin injektoitu umpeen ja vain muutamia avonaisia halkeamia havaittiin katselmuksen aikana.

Vaikka kuluneimmat kohdat lattiasta oli helppo silmämääräisesti havaita, olivat urasyvytydet kuitenkin varsin pieniä. Sisäänajorampilta kääntyvästä mutkasta mitattiin urasyvytydeksi 3 mm ja tämän yläkerroksen päädyssä täyskäännöksen tekevä mutka oli kulunut laaja-alaisesti, mutta urien syvyys oli alle 1...2 mm luokkaa. Yläkerroksen takasuoralla uria ei ollut muodostunut lukuun ottamatta ajoradan osaa ennen ja jälkeen suoran puolella välissä olevan hidastetta. Ennen hidastetta urasyvytydeksi mitattiin 3 mm ja hidasteen jälkeen ajoradassa oli 4 mm syvät urat. Ajorata teki takasuoran jälkeen hallin päässä uudelleen täyskäännöksen, jossa ura oli syvimmillään 4 mm. Puomin kohdalla ajouran syvyys oli 3 mm ja sen jälkeen ulosajoluiskalle kääntyvässä mutkassa 2 mm. Ylemmstä kerroksesta kerrosten väliselle pysäköintitasolle vievällä rampilla urien syvyys oli 3 mm ja rampin jälkeisessä tason suuntaiselle ajoradalle kääntyvässä mutkassa urasyvyys kasvoi 4 millimetriin ja ura muuttui laaja-alaiseksi. Myös välitasolta takaisin ylös tuovaa ramppia sekä alas vievää ramppia edeltävässä mutkassa oli laaja-alainen ura, jonka syvytydeksi mitattiin 3 mm.

Alemmilla maanvaraisilla tasoilla ei ollut tehty kovabetonipintausta, vaan lattiapinta oli vanhempi ja lattia oli pinnoitettu tummalla ja kiiltävällä pinnoitteella. Lattialle oli tehty paikallisia betonikorjauksia, joissa lattiasta oli jyrstetty pinta pois ja jyrstetty alue täytetty korjausmassalla. Myös korjatuilla alueilla lattia oli pinnoitettu alkuperäistä muistuttavalla tuotteella. Alempien tasojen lattiapinnat olivat silmämääräisesti vanhan ja paikoin kuluneen näköiset, mutta urasyvytydet tasojen välisillä rampeilla ja mutkissa olivat suurimmillaan ainoastaan 2 mm luokkaa. Hallin maanvaraisissa lattioissa havaittiin huomattavan paljon halkeilua, jota esiintyi tasaisesti kaikkialla alemmilla tasoilla. Halkeamia oli kuitenkin korjattu injektoimalla, sekä epoksilla, että sementillä halkeamien leveydestä riippuen.

Kovabetonilla pinnatut sisään- ja ulosajoluiskat todettiin katselmoinnissa hyväkuntoisiksi ja monista kohteista poiketen syvimvät urat eivät tässä pysäköintilaitoksessa löytäneet luiskilta tai puomialueilta. Sisäänajoluiskalla urasyvytydeksi todettiin mittaamalla vain 1...2 mm. Samoin ulosajorampilla olivat urasyvytydet samaa luokkaa, joten pysäköintilaitosten yleiset ongelmakohdat eivät tässä laitoksessa olleet muodostuneet vielä korjauksen jälkeen ongelmallisiksi. Yleisesti tasojen välisiltä rampeilta suurimmat urat löytyivät kerrosten väliseltä tasolta ylätasolle nousevalta rampilta, jossa kulumaa oli muodostunut uraan 3 mm verran.

Katselmuksen yhteydessä kiinteistönpidolta saadun tiedon mukaan pysäköintilaitoksessa pysäköi vuosittain noin 120 000 ajoneuvoa, joten kyseisen kohteen lattioiden kulutus on katselmoituista kohteista kevyimmässä päässä. Kovabetonin pinnassa oli havaittavissa laajalti verkkohalkeilua, mikä herätti kysymyksiä siitä, onko kovabetonityössä tapahtunut virheitä esimerkiksi jälkihoidon suhteen. Tästä huolimatta kovabetonipinta kohteessa oli kestänyt toistaiseksi hyvin kulutusta. Koska ajoneuvot kohteessa kulkevat sekä ulos että sisään yhtä kaistaa kutakin suuntaa kohden, voidaan pinnan kulumisnopeutta verrata suoraan pysäköintilaitoksen kävijämäärään. Suurimmillaan kovabetonin kuluma oli ajoradan

mutka-alueella sekä ajoradalla sijaitsevan hidasteen jälkeisellä osalla, jossa autot kiihdytivät uudelleen. Kuudessa vuoden aikana syntyneiden 4 mm urasyvyyksien perusteella voidaan laskea kovabetonin kuluneen kuormitetuimmissa paikoissa noin 0,7 mm vuodessa. Tarkasteltaessa yhden millimetrin kulumaan tarvittavien ajosuoritteiden määrää lattiapinnan rasitetuimmilla alueilla, saadaan tulokseksi noin 170 000 ajokertaa.

7.8 Yhteenveto havainnoista

Diplomityössä katselmoitiin yhteensä seitsemän Etelä- ja Länsi-Suomessa sijaitsevaa pysäköintilaitosta, joiden lattiapinnoissa oli käytetty vaihtelevasti eri pintamateriaaleja. Katselmuksissa tehtyjen havaintojen perusteella suurin haaste pysäköintilaitosten lattioissa on saada ne kestäämään riittävästi ajoneuvoliikenteen aiheuttamaa mekaanista rasitusta, jota Suomen olosuhteissa nastarenkaiden käyttö talvisin erityisesti tehostaa. Katselmuksen yhteydessä päästiin seuraamaan myös pysäköintitiloissa tapahtuvaa liikennekäyttämistä, josta on mahdollista hakea syitä kulumien muodostumiseen ja paikallistumiseen.

Työssä tehtyjen katselmusten ja niissä tehtyjen havaintojen perusteella lattiapintojen käyttöikä on huomattavasti lyhempi kuin muiden rakenteiden. Tämä johtuu mekaanisesti rasituksesta, eli lattian pintakerroksen voidaan katsoa olevan rakennuksessa kulutusosa, jota käyttöasteesta riippuen pakko korjata rakennuksen elinkaaren aikana muista rakennusosista tiheämmällä syklillä. Kohteiden eri kulutusrasitusalueiden suurimmat urasyvyudet iältään ja materiaalityypiltään tiedossa olleilla lattiapinnoilla on esitetty taulukossa 4.

Taulukko 4. Lattiamateriaalien suurimmat kulumat katselmoiduissa kohteissa

Kohde-numero	Pintamateriaali	Kulutusrasitusalue	Kerros-paksuus [mm]	Suurin kuluma [mm]	Pintamateriaalin ikä [a]	Ajoneuvomäärä [n/a]
1	Betoni K45	I (ulosajoramppi)	120	23	2	300 000-350 000
	Korkealujuuksinen korjausmassa	I (puomi-alue)	25	8	2	
2	Kuivasirote A8	I (puomi-alue)	~2	14 (ura alusbetonissa)	9	Ei vahvistettua tietoa
	Kuivasirote A8	II (suora)	~2	2 (ura alusbetonissa)	9	
3	Kovabetoni A1,5	I (sisäänajoramppi)	15	30 (ura alusbetonissa)	3	>3 000 000
	Kovabetoni A3	II (suora)	15	<1	1	
	Kuivasirote	I (ulosajoramppi)	~2	20 (ura alusbetonissa)	13	
	Kuivasirote	II (suora)	~2	8 (ura alusbetonissa)	13	
4	Kovabetoni A5	I (puomi-alue)	~15	30 (ura alusbetonissa)	7	430 000-450 000
	Kuivasirote	I (mutka)	~2	6 (ura alusbetonissa)	15	
5	Sementtipolymeeripinnoite	I (mutka)	2	4 (ura alusbetonissa)	1	300 000
	Sementtipolymeeripinnoite	II (suora)	2	<1	1	
6	Kovabetoni A5	I (ulosajoramppi)	15	7	3	300 000
	Silikaattikäsitelty betoni	I (mutka)	-	7	3 (li-säkäsitte-lystä 1)	
7	Kovabetoni A5 (silikaattikäsitelty)	I (mutka)	15	4	6	120 000
	Kovabetoni A5 (silikaattikäsitelty)	II (suora)	15	<1	6	

Katselmuksessa mitattuja urasyvyyksiä verrattiin pinnan ikään niiltä osin, kuin se oli tiedossa, sekä siihen kuinka monta ajoneuvoa pysäköintilaitoksessa vuosittain vieraili. Käytännössä urasyvyyksien ja ajoneuvomäärien vertailulla saadut tulokset todettiin liian epätarkoiksi, sillä liikenne ja ajoneuvojen pysäköinti jakautuu epätasaisesti laitosten eri alueille. syvyyksiin perustuvassa tarkastelussa pystyttiin johtopäätöksiä kulumisnopeudesta tekemään ainoastaan niiden kohteiden sisään- ja ulosajoväylien osalta, joissa käynti laitokseen oli mahdollista vain yhtä reittiä pitkin.

Kulutusurien muodostumisen todettiin olevan suurinta juuri kulutusluokan I alueilla, eli kaarteissa, rampeilla ja puomialueilla. Näillä pysäköintilaitoksen alueilla tapahtuu jatkuvasti ajoneuvojen nopeuden ja suunnan muutoksia, joiden saavuttamiseksi renkaan ja lattiapinnan välillä on oltava kitkavoimaa. Erityisesti nastarenkaan hakiessa pitoa tällaisissa kohdissa, nastan aiheuttama raapiva vaikutus tehostuu, jolloin pinta kuluu nopeammin. Nopeissa käännoksissä ja vastaavasti äkkinäisissä kiihdytyksissä sekä jarrutuksissa pyörät voivat myös luistaa lattiapinnalla.

Mitattujen kulumien perusteella huomattavan rasitetuiksi kohdiksi lattiassa paljastuivat katselmoiduissa kohteissa puomialueet. Useassa tapauksessa puomialueilta löydettiin puomin eteen uraan muodostunut kuoppa, joka erottui selvästi muusta urasta. Kohteissa tehdyn hetkellisen tarkastelun perusteella autojen pysähtyminen ja liikkeellelähtö puomeilla tapahtui rivakasti, jolloin renkaan ja lattiapinnan välisen kitkavoiman on oltava suuri, minkä lisäksi pyörät voivat myös luistaa pinnalla. Puomin kaltaista vaikutusta lattian kulumiseen havaittiin ainakin yhdessä kohteessa olevan suoralle sijoitetulla hidasteella, jonka molemmiin puolin urasyvyydet poikkesivat huomattavasti suoran lattiapinnasta yleisesti. Kohteissa, joissa puomi sijaitsi ajoradalla rampin välittömässä läheisyydessä, mitattiin suurimmat kulumat puomin edustalta ja puomin edustalle oli muutamassa tapauksessa lattiaan muodostunut kuvan 10 mukaiset kuopat.



Kuva 10. Ajouriin muodostuneet kuopat puomin edustalla

Myös rampeilla katselmoiduissa kohteissa mitattiin maininnan arvoisia urasyvyyksiä, kun vastaavasti tasaisilla suorilla urasyvyydet olivat monessa tapauksessa pieniä. Myös rampeilla kitkavoima renkaan ja lattian välillä kasvaa, kun tason kaltevuuden vaikutusta ajoneuvon nopeuteen pyritään kompensoimaan jarruttamalla ja kaasuttamalla. Riippumatta siitä, kuljetaanko ramppia alas vai ylös, urasyvyydet olivat yleensä suurimmillaan rampin alapäässä. Tämän arvioitiin katselmuksissa tehtyjen havaintojen perusteella olevan seurausta sekä rampin vaikutuksesta ajogeometriaan, että ajokäyttäytymisestä. Alaspäin vievillä rampeilla monet ajoneuvojen kuljettajat antoivat ajoneuvon ensin rullata kaltevalla tasolla, jolloin ajoneuvon vauhti hieman kiihtyi, ja jarrutus tapahtui vasta loppuvaiheessa ramppia. Ylöspäin ajettaessa taas kuljettajan on painettava rampin alapäässä kaasua, jotta ajoneuvo pääsee sopivalle kierrosalueelle kulkeakseen rampin ylös. Urien perusteella ylöspäin mentäessä tapahtuva kiihdytys on voimakkaimmillaan alussa ja ajokäyttäytymistä havainnoitaessa osa kuljettajista myös kiihdytti rampeilla voimakkaammin kuin olisi ollut tarpeellista.

Ajoratojen kaarteet erottuivat ramppien ja puomien ohessa suoria osuuksia suuremmilla kulumisurilla. Kaarteissa urat muuttuivat myös suoria laaja-alaisemmiksi, minkä todettiin johtuvan siitä, että ajoneuvon pyörät eivät kulje peräkkäin, kuten suorilla. Lisäksi ajoneuvojen kuljettajat vaikuttavat hakevat enemmän erilaisia ajolinjoja kaarteissa, kuin suorilla. Pysäköintilaitosten ajoratojen käännosten todettiin olevan yleisesti hyvin jyrkkiä, mikä on monessa tapauksessa välttämätöntä tilankäytön kannalta. Vaikka ajonopeudet yleisesti pysäköintitiloissa ovat alhaisia, muodostuu kaarteissa ajoneuvon renkaan ja lattiapinnan välille huomattavia voimia ajoneuvon suunnan muuttamiseksi. Erittäin jyrkissä käännoksissä pyörät eivät myöskään pääse pyörimään täysin vapaasti, vaan ne hankaavat alustaa samaan tapaan kuin etupyöriä paikallaan käännettäessä. Tällaisesta kulumisesta

löydettiin esimerkki yhdestä katselmoidusta kohteesta, jossa ahtaassa tilassa nopeasti kääntyvässä mutkassa kaarteessa ulomman takapyörän kohdassa havaittiin urassa erotuva kuoppa. Myös kaarteeseen ja esimerkiksi rampin yhdistelmät todettiin katselmoiduissa kohteissa haastavimmiksi paikoiksi lattian kulutuskestävyyden kannalta.

Kaikkien betonilattioiden tapaan, pysäköintilaitosten lattioissa todettiin myös ongelmaksi halkeilu. Huomattavan suurileveyksistä ja laaja-alaista halkeilua ei havaittu muutaman pysäköintilaitoksen yksittäistä osaa lukuun ottamatta, mutta lähes jokaisesta katselmoidusta kohteesta löydettiin halkeamia lattiasta. Rakenteen säilyvyyden kannalta tällaiset vauriot voivat olla ongelmallisia erityisesti talviaikaan, kun pysäköintilaitoksiin kuluu suolavettä ajoneuvojen mukana. Katselmoiduissa kohteissa halkeiluun oli kuitenkin suurimmaksi osaksi reagoitu asianmukaisesti ja halkeamia oli täytetty injektoimalla kuvan 11 mukaisesti. Tällöin halkeamat eivät päästä vettä, epäpuhtauksia ja suoloja rakenteeseen.



Kuva 11. *Sementti-injektoitu halkeama sirotepintaaisessa betonilattiassa*

Pysäköintiruudut todettiin katselmuksissa pinnoiltaan hyvinkin ongelmattomiksi kuvassa 12 näkyviä nastojen raapimisjälkiä lukuun ottamatta, mutta tämän tyyppiset pintavauriot eivät käytännössä tule korjaustarpeen aiheuttajiksi samalla tavalla kuin ajoratojen kuluminen. Kulutusrasitusluokan III alueilla ongelmat kohdistuvatkin enemmän itse rakenteesta johtuviin ongelmiin, kuten halkeiluun ja vedenpoiston puutteellisuuteen.



Kuva 12. *Nastarenkaiden kääntymisen aiheuttamia raapimisjälkiä sementtipolymeeripinnoitteessa*

Diplomityössä katselmoitujen pysäköintilaitosten pintamateriaalit ajoradoilla olivat suurimmaksi osaksi sirotetta, mikäli lattiapinta oli alkuperäinen. Katselmoiduissa kohteissa ajoradoilla oli käytetty suurimmaksi osaksi pinnan uusivissa ratkaisuisissa kovabetonia, minkä vuoksi vertailu pinnoitteisiin on hyvin hankalaa diplomityön katselmuksissa saadun tiedon pohjalta. Myös kovabetonipintojen vertailua ei voida juurikaan tehdä, koska katselmoitujen kohteiden määrä oli pieni ja liikennevirtojen jakautumisesta eri kulkureille ei saatu tarkkoja tietoja kahta kohdetta lukuun ottamatta.

Kaksi kovabetonipintoja omaavaa kohdetta oli suunniteltu siten, että ajaminen halliin ja hallista pois tapahtui yhden kulkureitin kautta. Kohteen 6 ja 7 välillä tarkasteltaessa yhden millimetrin kuluman aiheuttanutta ajosuoritemäärää, on impregnoitulla kovabetonilla luku kaksinkertainen verrattuna pintakäsittelemättömään kovabetoniin. Impregnointi näyttäisikin tämän perusteella hidastavan kovabetonin kulumista, mutta kahden kohteen perusteella ei asiasta voida tehdä aineiston laajuuden perusteella johtopäätöksiä. Kuluminen nopeuden eroavaisuuksiin vaikuttavat luultavasti myös pinnoitteiden olosuhde-erot, sillä impregnoitu kovabetonipinta oli lämpimässä sisätilassa, kun taas käsittelemätön luiska toisessa kohteessa sijaitsi ulkotilassa ollen näin alttiina säärasitukselle. Syitä suu- relle erolle voidaan etsiä myös luvussa 4.3 esitetyistä nastattomien renkaiden käyttäjämäärästä, sillä seitsemäs katselmoitu kohde sijaitsi pääkaupunkiseudulla, missä käytetään kitkarenkaita huomattavasti muuta Suomea enemmän. Kohteessa 7 arvioitiin myös ajonopeudet kohteen 6 luiskaa pienemmiksi.

Kovan kulutuksen kohteissa sirotepinnat todettiin varsin koviksi ja hyvin kulutusta kestäneiksi pinnoiksi, mutta niillä havaittiin samankaltaisia ongelmia, kuin ohuilla pinnoit-

teilla. Ohuen kerrospaksuuden suurimmaksi ongelmaksi nähtiin sen alusbetonia suojaavan ominaisuuden puutteellisuus, koska kovan pinnan pois kulumisen jälkeen pehmeämmän alusbetonin kuluminen on huomattavasti nopeampaa. Työn havaintojen perusteella oikein toteutettu ja hyvän alustan tartunnan saavuttanut kovabetoni arvioitiin erityisesti sisäänajoluiskan läheisyydessä varsin hyväksi pintamateriaaliksi, koska sen kerrospaksuuden takia se suojaa alusbetonia ohuita pinnoitteita paremmin. Suuri kerrospaksuus saattaa kuitenkin jossain kohteissa tuottaa ongelmia esimerkiksi rakenteen kuormitusten kannalta, ja pelkästään materiaalimenekin kannalta se on aina pinnoitusta kalliimpi vaihtoehto.

8. KORJAUSTYÖN LAADUNVARMISTUS

Korjaustyössä tavoiteltavan laatutason määrittää tilaaja, jonka mukaan korjattavalle rakenteelle määritetään ulkonäölliset, tekniset ja taloudelliset vaatimukset. Laadunvarmistus käsittää koko korjaushankkeen aikana tehtävät toimenpiteet, jotka vaikuttavat korjaustyöhön ja sillä tavoiteltavaan lopputulokseen. Tätä kautta haluttu laatutaso korjatun rakenteen käyttöön sekä ulkonäön suhteen vaikuttavat hankkeessa korjausperiaatteen ja -tavan sekä käytettävien materiaalien valintaan. [14, s. 84]

Tässä luvussa on esitelty laadunvarmistusprosessi, jonka mukaan pysäköintilaitosten lattioiden pintakorjauksissa olisi suositeltavaa toimia. Laadunohjauksen menetelmät perustuvat Betoniyhdistyksen betonilattioita sekä betonirakeinteiden korjaamista käsitteleviin julkaisuihin, sekä Liikenneviraston sillankorjausohjeistuksiin, joita mukaillen oleelliset laatutekijät ja niiden varmistamistavat on koottu pysäköintilaitosten lattiakorjaushankkeita ajatellen.

8.1 Laadunvarmistus suunnittelussa

Korjaustyön laadunvarmistuksen kannalta olennaisessa osassa on korjaustyön suunnittelu, jonka mukaan työmaalla korjaustyö toteutetaan. Kiinteistönomistajan linjausten mukaan suunnittelija omassa työssään varmistaa, että käytettävä ratkaisu on teknisesti ja taloudellisesti tilaajan tarpeisiin ja kohteen rakenteellisiin ominaisuuksiin sopiva. Jotta korjausratkaisulla saavutetaan asetetut tavoitteet, on suunnittelutyötä varten oltava saatavilla riittävät lähtötiedot ja korjauksen suunnittelijalla riittävä käsitys kohteesta, sen rakenteista ja vaurioista. Laadunvarmistuksen tärkeänä osana ovat riittävät esiselvitykset, joilla korjaus on mahdollista suunnitella. [14, s. 84]

Korjaussuunnittelijana toimivan henkilön tulee omata pätevyys betonirakenteiden korjaussuunnittelussa ja hänen suunnittelutaitojensa on vastattava kohteen laajuutta ja vaativuutta. Lähtökohta onnistuneen korjauksen suunnittelulle on, että suunnittelija ymmärtää rakenteiden toimintaperiaatteet sekä vaurioitumismekanismit ja vaurioiden aiheuttajat. Jotta korjauksella saavutetaan haluttu lopputulos, on suunnittelijan oltava perehtynyt eri tilanteissa käytettäviin korjaustapoihin ja oltava tietoinen työsuoritteilta vaadittavista laatuun vaikuttavista asioista. Kohteissa, joissa korjaustarvetta on pintarakenteiden lisäksi kantavissa rakenteissa, tulee vastaavan korjaussuunnittelijan olla rakennesuunnittelija, jolla on suunniteltavien rakenteiden mukaisen vaativuusluokan pätevyys. [14, s. 88]

Suunnittelijan tehtävänä on kohteesta saatavien lähtötietojen sekä tilaajan antamien vaatimusten puitteissa etsiä kohteeseen sopiva korjausmenetelmä. Korjaustyön suunnittelussa tulee määrittää työskentelyolosuhteet sekä käytettävät materiaalit, ja suunnitelma-asiakirjojen tulee olla yksiselitteiset siten, että korjaus on niiden pohjalta toteutettavissa.

Korjaussuunnitelman tekijän tulee olla tietoinen siitä, mitkä tekijät vaikuttavat korjaustoimenpiteille asetettujen tavoitteiden täyttymiseen lopputuloksen kannalta ja suunnitelmiin on määritettävä ehdot korjauksen lopputuloksen laadulle. Lisäksi suunnittelijan tulee määrittää, miten laatuvaatimusten täytyminen korjaukselle tai korjatulle rakenteelle todetaan käytännössä. [14, s. 85]

Pysäköintilaitosten lattioiden pintarakenteen uusivissa korjauksissa suunnittelijan tulee määrittää vaatimukset luvussa 4 määritettyjen betonilattioiden laadullisille ominaisuuksille. Korjaustyön suunnitelma-asiakirjoissa tulisi myös määrätä vaatimukset kaikille esikäsittelytoille ja piiloon jääville työvaiheille, jotka vaikuttavat vanhan rakenteen säilyvyyteen ja kuntoon, sekä uuden rakenteen laatuvaatimuksien täyttymiseen. Olennaisena osana betonilattian onnistumiseen vaikuttavat myös jälkihoidon laatu sekä se, kuinka nopeasti betonilattiaa kuormitetaan. Koska sementtipohjaisten tuotteiden lujuus kasvaa vielä kovettumisen jälkeen, tulee suunnittelijan olla selvillä materiaalin lujuudenkehityksestä ja sen perusteella määrittää aika, jonka jälkeen lattiaa voidaan alkaa kuormittamaan sen käyttötarkoituksen mukaisesti [5, s. 186]. Erityisesti nopeaa kovettumista vaativissa pysäköintitiloissa suunnittelijan tulee olla varmistunut siitä, että käytettävä materiaalikin on lujuudenkehitykseltään riittävän nopeaa kovettumaan sen lujuudenkehitykselle varatun ajanjakson puitteissa.

Korjaustyössä on monesta eri tekijästä johtuen olemassa aina mahdollisuus siihen, että työlle asetetut laadulliset tavoitteet eivät kaikilta osin täyty, mikä suunnittelijan on hyvä ottaa huomioon korjaussuunnitelmia tehdessä. Mikäli korjatussa rakenteessa havaitaan laadunvarmistustoimenpiteissä kohtia, jotka eivät täytä suunnitelma-asiakirjoissa niille asetettuja laadullisia vaatimuksia, on suunnitelmissa suositeltavaa olla toimintaohjeet tällaisten tapausten varalle. Laadunalitustapauksissa tehtävät korjaavat toimenpiteet on suunniteltava sellaisiksi, että ne ovat taloudellisesti ja teknisesti järkeviä toteuttaa, ja laatuvaatimusten toteaminen on määriteltävä siten, että niiden toteutumista pystytään seuraamaan jo työnaikaisesti. [14, s. 85, 87]

Hankkeesta riippuen suunnittelijalla voi olla myös muita laadunvarmistustehtäviä, kuten laadunvarmistuksen seurantatehtävät työmaalla ja laadunvalvontakokeiden järjestäminen [14, s. 87]. Mikäli korjattavassa kohteessa on mekaanisen kulumisen lisäksi muita vaurioita, tai lattiapintoja on jouduttu korjaamaan huomattavan tiheällä aikavälillä, voi suunnittelijan osallistuminen työnaikaiseen laadunvalvontaan olla perusteltua. Haastavimmissa kohteissa, joissa työlle asetettujen vaatimusten saavuttaminen on epävarmaa, voidaan käyttää apuna koekorjausta, jolla todetaan ratkaisun toimivuus ennen varsinaisten töiden aloittamista [14, s. 85].

8.2 Työnaikainen laadunvarmistus

Urakoitsijan tehtävänä on toteuttaa korjaustyö suunnittelijan laatimien asiakirjojen sekä materiaalitoimittajien ohjeiden mukaisesti [14, s. 86]. Mikäli laadunvarmistuksen vastuuta ei ole erillisellä maininnalla siirretty suunnittelijalle, on rakennusalan yleisten sopimusehtojen mukaan urakoitsijan tehtävä seurata laadun toteutumista omissa työsuorituksissaan ja varmentaa dokumentoimalla rakennustyölle asetettujen vaatimusten saavuttaminen [44]. Korjaustyötä tekevällä urakoitsijalla on oltava riittävä kokemus saman tyyppisistä korjauksista, riittävät resurssit urakan toteuttamiseksi ja urakoitsijan on tunnettava käytettävien korjausmateriaalien ominaisuudet sekä niiden käytön vaatimat tiedot ja taidot [14, s. 88].

Lähtökohta onnistuneelle työlle on, että se tehdään asianmukaisella kalustolla ja suunnittelijan määrittämällä sertifioituilla rakennustarvikkeilla. Urakoitsijan velvollisuus on huolehtia käyttämiensä työvälineiden sekä laitteiden toimintakunnosta ja seurata ja varmistaa näiden toimivuus työssä. Koska korjaustyössä käytettävien materiaalien yhteensopivuus vanhan rakenteen ja muiden rakennustarvikkeiden kanssa on aina suunnittelussa tarkastettava, on urakoitsijan käytettävä suunnitelmissa määritettyjä rakennustarvikkeita ja -materiaaleja. Mikäli urakoitsija haluaa käyttää korjaustyössä korvaavia tuotteita, tulee niiden käyttö aina hyväksyttävä suunnittelijalla. [14, s. 86]

Työmaalla urakoitsijan tehtäviin kuuluu osana laadunvarmistusprosessia pitää betonikorjaustyön pöytäkirjaa by 405. Pöytäkirjaa täytetään jokaiselta korjaustyöpäivältä ja siitä on käytävä ilmi päiväkohtaiset ilmasto-olosuhteet, joissa työsuoritteet on tehty, sekä alustan lämpötila. Olosuhteiden lisäksi pöytäkirjasta tulee ilmetä päiväkohtaisesti työsaavutukset, sekä tiedot siitä kuinka alustan esikastelu ja suoritettut jälkihoidon toimenpiteet on suoritettu. Lisäksi pöytäkirjaan merkitään työnaikaiset vauriokartoitukset, mikäli sellaisia on työvaiheessa määrätty tehtäväksi ja määrättyt laadunvarmistuskokeiden tulokset kirjataan pöytäkirjaan päivittäin. [14, s. 86, 97]

Lisäksi kohteissa, joissa korjaavana toimenpiteenä käytetään lattian pinnoitusta, tulisi urakoitsijan täyttää julkaisun ”by 54 / BLY 12 Betonilattioiden pinnoitusohjeet 2010” mukaista pinnoitustyöpöytäkirjaa.

Luvussa 5 esitellyistä korjauksista monet sisältävät vaiheita, joiden työsuoritukset ovat lopullisten rakenteiden alle peittyviä. Esimerkiksi rakenteiden puhdistus, eheyden toteaminen, pinnan esikostutus ja mahdollinen tartuntalaastin levitys ovat työvaiheita, joiden tekemistä ei voida jälkikäteen todentaa. Tästä syystä työmaan laadunvalvonnassa onkin dokumentoitava kaikki edellä mainitun kaltaiset työvaiheet, jotta myös korjaustyön jälkeen voidaan tarkastaa kaikkien lopputuloksen laatuun vaikuttavien työsuoritteiden toteutuminen [14, s. 86].

Lattiapintojen toimivuuden kannalta tärkeimmät korjauksissa huomioitavat asiat ovat alustan ja pintamateriaalien välisen tartunnan varmistaminen, halkeilun rajoittaminen ja riittävän kulutuskestävyyden saavuttaminen. Tämän vuoksi työmaalla betonikorjaustyön pöytäkirjan lisäksi olisi hyvä pitää myös kirjaa tehdyistä alusbetonin vetokokeista, dokumentoida jälkihoidon toimenpiteet tarkasti ja esimerkiksi kirjata ylös käytettyjen korjausmassojen sekoitussuhteet, mikäli niitä modifioidaan valmistajan suosituksiin nähden. Itse laadunvalvonnan lisäksi, rakennustyön aikana talletetuilla tiedoilla voidaan pyrkiä löytämään parempia ratkaisuja tulevaisuudessa tehtäviin korjauksiin.

Jos urakoitsija epäilee jossain vaiheessa työtä korjauksen onnistumista tai ilmenee, että suunnitellulla korjaustavalla ei päästä haluttuun lopputulokseen, on urakoitsijan tästä ilmoitettava ja yhdessä suunnittelijan ja rakennuttajan kanssa etsitään vaihtoehtoisia toimia onnistuneen korjaamisen toteuttamiseksi. Myös tilanteissa, joissa urakoitsija havaitsee rakenteissa poikkeavuuksia tai ennalta havaitsemattomia vaurioita on urakoitsijan ilmoitettava asiasta rakennuttajalle ja suunnittelijalle. [14, s. 86] Edellä mainittujen tilanteiden varalta on tärkeää, että myös korjaustyötä toteuttavalla urakoitsijalla on riittävän laaja käsitys työn laatuun vaikuttavista tekijöistä ja rakenteissa havaittavien poikkeavuuksien vaikutuksesta työn lopputulokseen. Pysäköintilaitosten lattiakorjauksissa poikkeavuus- ja vauriohavainnoista ilmoittaminen urakoitsijan toimesta on erityisen tärkeää, koska esimerkiksi vanhaa pintaa poistettaessa ja alusrakenteen tullessa esiin voidaan tehdä löytöjä, joita kattavillakaan kuntotutkimuksilla ei ole havaittu. Tällöin korjaustarpeen laajuus on arvioitava uudelleen ja ryhdyttävä tarpeen vaatiessa myös kantavien rakenteiden korjauksiin rakenteellisen turvallisuuden takaamiseksi.

9. KÄYTÖNAIKAINEN SEURANTA JA YLLÄPITO

Lattiakorjauksen suunnittelijan tulee itse korjauksen suunnittelemisen lisäksi koota rakentamishankkeen tuloksena syntyneelle lattialle käyttö- ja ylläpitosuunnitelma. Kyseisiin asiakirjoihin laatia ohjeistus lattian hoidosta ja puhtaanapidosta sekä kaikista tarvittavista tarkastuksista ja huoltotöistä, joita lattian ja sen suojaaman rakenteen terveenä ja turvallisena pysyminen vaatii. Lisäksi asiakirjoihin on tärkeää liittää käytettyjen pintamateriaalit sekä niiden tekniset tiedot, ja käyttösuunnitelmassa on esitettävä lattiapinnan suunnitellun käyttötarkoituksen mukainen sallittu käyttö, eli lattiapintaa käytössä kuormittavien tekijöiden rajaukset. [5, s. 186-187]

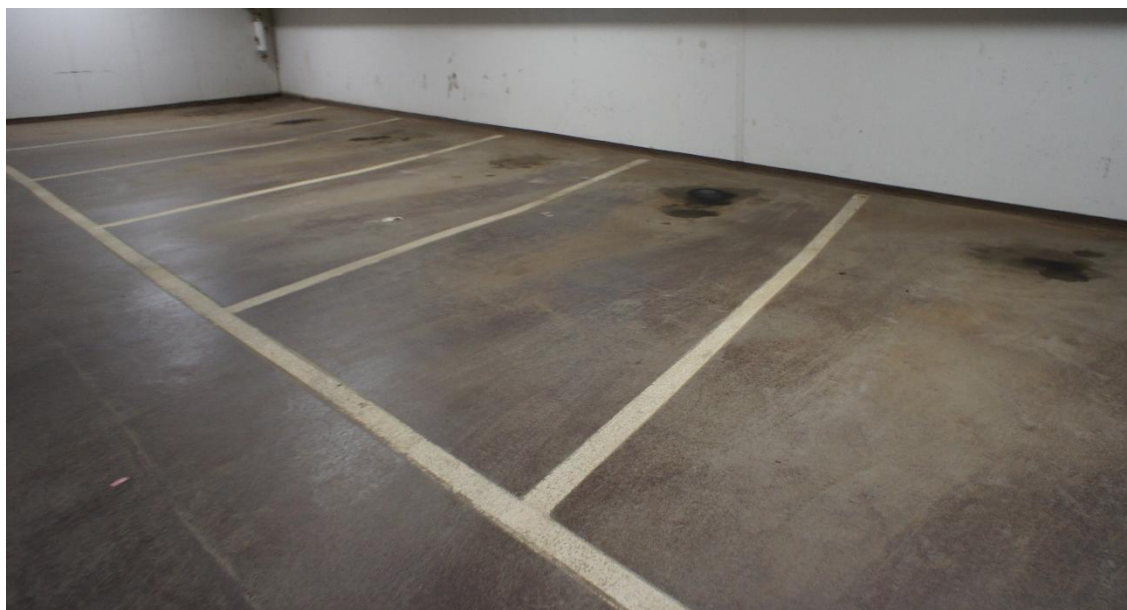
Useista pysäköintilaitoksessa vallitsevien rasiustekijöistä johtuen lattiapintojen kunnon tarkkaileminen ja ylläpito on tärkeää koko rakenteen suunnitellun käyttöiän saavuttamiseksi. Tämän lisäksi ehjä ja toimiva lattiapinta on myös pysäköintitilojen käyttömukavuuteen ja visuaaliseen olemukseen vaikuttava asia, minkä vuoksi sen ylläpitoon tulisi kiinnittää huomiota myös korjaustarpeen syntymistä edeltävällä aikajaksolla. Diplomi-työn luvussa 6 esitellyn kyselyn vastaajista yksi otti varsin pitkällisesti kantaa kohteessa korjaustyötä edeltävään ylläpitoon ja koki rakenteen huollon ja tarkkailun olleen laiminlyötyä. Vastauksesta kävi ilmi, että mikäli pienempiin vaurioihin ja kulumiin olisi reagoitu aiemmin, ei korjaustoimenpiteitä olisi tarvinnut suorittaa siinä laajuudessa, kuin ne kyseisessä kohteessa oli jouduttu suorittamaan. Liikennöityjen lattiapintojen tarkastuksia tulisikin kiinteistönhoidon toimesta suorittaa kolmen kuukauden välein, minkä lisäksi vuosittain suositellaan tehtäväksi kattavampi lattioiden kuntokartoitus, jossa dokumentoidaan valokuvin lattian kuluneet ja vaurioituneet alueet [5, s. 187]. Suositeltavaa on painottaa tarkkailua etenkin talviaikaan, jolloin lattioille kulkeutuu ajoneuvojen mukana mahdollisesti jäänsulatusaineita sekä hiekoitushiekkaa ja muuta karkeaa irtoainesta. Kuntokartoituksen kannalta järkevimmäksi ajankohdaksi nähdään keväällä lumien sulamisen jälkeinen aika, koska suurin kulutusrasituslattiapinnoilla tapahtuu talvella nastarenkaiden käytön seurauksena.

Pysäköintilaitoksien lattioiden kohdalla kiinteistön ylläpidossa tulisi kiinnittää huomiota pintarakenteen kulumiseen ja tarkkailla urasyvyyyksiä, koska mikäli lattian ei-kantava pintaosa kuluu liian ohueksi tai kokonaan puhki, se ei enää täytä sen tehtävää ja se on näin ollen korjattava nopeasti. Kulumaurien lisäksi tärkeää on tarkastaa, ettei laattojen saumoissa esiinny lohkeilua tai lattioissa avonaisia halkeamia, jotka mahdollistavat veden pääsyn rakenteeseen. Kulumia lukuun ottamatta kaikki lattioiden vauriot tulee korjata aina välittömästi niitä havaittaessa [5, s. 187]. Kun pinnan vaurioihin reagoidaan nopeasti, voidaan monessa tapauksessa välttää kustannuksiltaan sekä muilta vaikutuksiltaan suuremmat ylimääräiset korjaustoimenpiteet. Nopean reagoimisen edellytys taas on se, että

kiinteistön tarkkailu ja raportointi ylläpidon henkilöstön toimesta on säännöllistä ja riittävän kattavaa.

Lammikoituminen on sekä tämän diplomityön kyselyssä ja katselmuksissa, että edeltävissä opinnäytetöissä tavattu ilmiö pysäköintilaitoksissa ja tavattiin kohteita, joissa vettä seiso i tietyissä osissa pysäköintitiloja. Kiinteistönhoidon tulisi reagoida pientä lätäkköä suurempiin seisoviin vesiin välittömästi tällaisia kohtia havaittaessa ja selvittää lammikoitumisen syy. Veden seisominen voi johtua esimerkiksi vedenpoiston tukkeutumisesta, mutta oli syy mikä tahansa tulisi se mahdollisuuksien mukaan korjata, koska ylimääräinen vesi voi tunkeutua rakenteisiin ja kuljettaa mukanaan niille haitallisia aineita.

Lammikoitumisen lisäksi lattiapintojen ongelmien havaitseminen voi vaikeutua, mikäli ne ovat likaisia tai niillä esiintyy huomattavasti pölyä ja irtoroskaa. Muutamassa katselmoidussa kohteessa oli vielä loppukeväästä lattiapinnoilla kuvan 13 mukaisesti huomattavan paljon edellä mainittuja epäpuhtauksia, jotka häittäsivät lattiapinnan havainnointia jonkin verran. Tämän vuoksi tilat tuleekin pitää puhtaana, jotta rakenteiden silmämääräisen tarkastelu on lähtökohtaisesti mahdollista.



Kuva 13. Pölyä ja irtoroskaa pysäköintilaitoksen lattialla

Osassa katselmoiduista pysäköintilaitoksista oli kevääseen ja lumien sulamisen aikaan tapahtuneella katselmointihetkellä erityisesti ulkorampeilla huomattava määrä hiekkaa sekä isompaa kiviainesta kuvan 14 mukaisesti. Sulalla pinnalla jarruttavan tai kiihdyttävän ajoneuvon pyörien alle jäävät pienet kivet voivat mahdollistaa pyörien luistamisen pinnalla, jolloin pyörän ja ajoradan välissä oleva kiviaines saattaa aiheuttaa ajoradan pintaan hiovaa vaikutusta. Pysäköintilaitosten puhtaanapidon tärkeys korostuu talven jälkeen, jotta tiloihin liikenteen mukautunut irtomainen kiviaines, sekä sulamisen jälkeen leviävä katupöly saadaan pois pinnoilta.



Kuva 14. *Sepeliä ja hiekkaa keväisellä uloskäyntirampilla*

Kuten luvussa 2.2 tuotiin esille, lattioiden pölyäminen koetaan joissain tapauksissa käyttömukavuutta haittaavaksi ongelmaksi. Monessa tapauksessa voitaneen kuitenkin kyseenalaistaa pölyn lähde, sillä lattiapinnasta itsestään irtoavan pölyn määrä ei välttämättä ole yhtä suuri, kuin sille ilman ja ajoneuvojen mukana kulkeutuvien hiukkasten. Näin ollen pölyämisen syynä todennäköisemmin on monessa kohtaa riittämätön puhtaanapito lattian pölyämisen sijaan.

Joissakin tuotekohtaisissa hoito- ja huolto-ohjeistuksissa esimerkiksi sirotepintaisten betonilattioiden pesua teollisuuskohteissa ohjeistetaan tekemään jopa päivittäin tarkoituksen mukaisella puhdistusaineella ja ylläpitohuoltoa pinnansuoja-aineella 1-4 kertaa kuu-kaudessa [45]. Tuotetoimittajien laatimissa ohjeissa myös karkeiden epäpuhtauksien, kuten kivien ja hiekan nähdään olevan riski korkeankin kulutuskestävyyden lattiapinnoille, koska ne voivat nopeuttaa pinnan kulumista. Tämän vuoksi karkea irtoaines ohjeistetaan-kin poistamaan lattiapinnoilta välittömästi sitä havaittaessa. [46] Pysäköintilaitosten lat-tioiden pesemistä tulee suorittaa tarpeen mukaan, kuitenkin niin, ettei rakenteille aiheu-teta turhaa kosteusrasitusta. Lattiapintojen puhtaanapitoon ja irtoaineksen poistamiseen pysäköintitilojen lattioilta tulisikin kiinnittää huomiota erityisesti talviaikaan ja keväisin lumien lähdön jälkeen, jolloin pinnoilla saattaa esiintyä niille kulkeutunutta hiekotushiek-kaa.

10. YHTEENVETO

Pysäköintilaitoksien lattiapintojen tärkein tehtävä on suojata alempia rakenteita yläpuolisilta rasitustekijöiltä ja toimia lattiassa kulutusosana, jota tarpeen mukaan korjataan muita rakenteita tiheämmällä syklillä. Rasitusolosuhteet betonisilla tasorakenteilla pysäköintitiloissa käsittävät karbonatisoitumisen, rakenteiden kloridirasitus, sekä kylmissä tiloissa pakkasrasituksen.

Suurimmaksi syyksi lattioiden pintarakenteiden korjaustarpeeseen diplomityössä kerätyn aineiston perusteella muodostui kuitenkin lattioilla tapahtuvasta ajoneuvoliikenteestä johtuva mekaaninen kulutus, joka talviaikaan Suomen olosuhteissa muodostuu erityisen rasakaksi nastarenkaiden käytön seurauksena. Kulumisen lisäksi muita merkittävimpiä ongelmia pysäköintilaitoksen lattiapinnoilla olivat pintarakenteen halkeilu ja paikallinen vaurioituminen sekä saumojen vauriot. Erityisen ongelmallisiksi edellä mainitut vaurio-tyypit muodostuvat siksi, että estävät pintarakenteen riittävän toiminnan alusbetonin suojana.

Betonilattioille asetetaankin säilyvyysuunnittelun kannalta useita eri vaatimuksia, joilla pyritään tuottamaan rakenne, joka vastaa sille asetettuja teknisiä ja taloudellisia ominaisuuksia. Kulutuskestävyyden lisäksi pintakerroksen tulee olla siinä määrin tiivis- ja halkeamaleveys rajoittaa sellaiseksi, että se estää haitallisten aineiden pääsyn kantaviin rakenteisiin. Lisäksi pintamateriaalin tulee täyttää sen turvallisuudelle esimerkiksi palonkestovaatimuksissa osoitettu suoritustaso ja olla käytön kannalta sellainen, että se on liikennekäytössä riittävän pitävä turvallisen liikkumisen kannalta. Toisaalta taas pinnan tulee olla pintastruktuuriltaan mahdollisimman helposti puhtaana pidettävä.

Suomalaisissa pysäköintilaitoksissa lattioiden pinnoissa on käytetty huomattavan monenlaisia tuotteita. Pienemmän käyttöasteen yksityisissä pysäköintitaloissa ja vanhemmissa vilkkaamminkin liikennöidyissä rakennuksissa betonissa ei välttämättä ole käytetty erityistä kovaa pintamateriaali, vaan betonilattiat ovat käsittelemätöntä betonia. Alkuperäisissä lattioissa kovaan kulutusrasitukseen oli työn myötä tietoon tulleissa kohteissa käytetty useimmiten sirotepintaista pintavalua. Näiden lisäksi pysäköintilaitosten lattioilla tavataan kovabetonipintoja, sekä sementti- ja polymeeripinnoitteita, joista jälkimmäinen ei täytä nykyaikaisia pinnalle asetettuja palonkestovaatimuksia. Jälkimmäiset kolme pintaratkaisua olivat pitkälti korjaustöissä tehtyjä, joskin uudemmissa kohteissa oli jo alun perin saatettu käyttää kovabetonia ja sementtipolymeeripinnoitteita kulutuskestävyydeltään vaativammissa kohteissa.

Korjaustöissä usein esiintyneitä menetelmiä diplomityön kyselytutkimuksen, sekä yhteistyöyritysten referenssien mukaan olivat kovabetonipintausta, pintalaatan pinnoittaminen, pienialaiset paikkakorjaukset ja halkeamien injektointikorjaukset sekä lattioiden liikuntasaumojen korjaukset. Näistä raskain korjaustoimenpide on kovabetonipintausta, jossa

pintabetonin päälle asennetaan kulutusrasituksesta riippuen 8-15 mm kerros erityisen kovaa kiviaineksia sisältävää valumassaa. Pinnoitekorjauksissa kerrospaksuus on huomattavasti pienempi ja pysäköintihallien lattiapinnoituksissa palonkestovaatimuksen takia käytetään pääsääntöisesti sementtipohjaisia pinnoitteita. Tietoon tuli myös kohteita, joissa korjauksia oli tehty paloa heikommin kestävillä polymeeripinnoitteilla, mutta tämän tuoteryhmän materiaalien käytölle on aina tehtävä erillinen hyväksyttäminen paloviranomaisilla. Jonkin verran erityisesti pysäköintiruuduille oli suoritettu käsittelemättömän betonin pintaa tiivistävää silikaatti-impregnointia, jonka yhteydessä pinnasta hiotaan heikkoa sementtikiveä pois.

Lattioiden korjaustarve määritetään usein silmämääräisellä tarkastelulla, jossa pyritään toteamaan käyttöiän lopussa olevat sekä muuten kuin kulumalla vaurioituneet pinnat. Tarkempien kuntotutkimusten tekemisestä on päätettävä esiselvitysvaiheessa aina erikseen, mutta erityisesti suuremmissa korjauksissa tarkemmilla kuntotutkimuksilla voidaan saada hyödyllistä tietoa esimerkiksi alusbetonin kunnosta pintamateriaalin tartunnan suhteen. Lisäksi tilanteissa, joissa esimerkiksi rakenteen läpi kulkevien vesivuotojen ja pintamateriaalin huomattavan halkeilun seurauksena voidaan epäillä rakenteeseen päässeen sen säilymiselle riskin aiheuttavia tekijöitä, on suositeltavaa tutkia kantavien rakenteiden terveyttä selvittämällä betonin karbonatisoitumisastetta ja kloridipitoisuutta. Erityisesti ajoneuvojen mukana kulkeutuvan veden mahdollisesti sisältävät kloridit voivat aiheuttaa rakenteen säilyvyyden kannalta vakavia tilanteita, mikäli ne pääsevät betonirakenteessa raudoitteiden tasolle.

Lattioiden kulumisen pysäköintirakennuksissa ei ole tasaista ja kulutusrasitus painottuu erityisesti rampeille, puomien läheisyyteen ja ajoratojen mutkiin. Suunniteltaessa pysäköintilaitoksen lattiakorjausta on huomioitava pysäköintilaitoksen eri osien mekaanisen kulutusrasituksen eriävyydet. Erityisesti laajoissa pintaa uusivissa ratkaisuisa kannattaa vertailla lattioiden kulumista eri alueilla ja valita materiaalit kullekin alueelle niiden vaatiman kestävyysmäärän mukaan. Mikäli vanhan lattiapinnan käyttöikä on ollen tyytymättömiä, voidaan pintamateriaalin valinnassa pyrkiä löytämään alkuperäistä paremmin rakenteen rasituksia vastaava tuote. Yhteistyöyrityksille tehdyn kyselyn vastausten perusteella kaikissa pysäköintilaitosten lattiakorjaushankkeissa ei ole ollut mukana erikseen rakennesuunnittelijaa, vaan työ on toteutettu urakoitsijan kokemuspohjaiseen tietoon ja materiaalityöohjeiden pohjalta. Käytettävien korjausratkaisuiden kehittymisen kannalta voitaisiin kuitenkin nähdä eduksi, että kaikissa tämän tyyppisissä hankkeissa olisi aina mukana rakennesuunnittelija.

Korjaustyön laadunvarmistus tapahtuu sekä työmaalla, että suunnittelijan työpöydällä. Korjausta suunniteltaessa on tärkeää, että suunnittelija määrittelee riittävällä tarkkuudella työselosteeseen ja muihin suunnitteluasiakirjoihin käytettäviltä tuotteilta vaadittavat ominaisuudet, työmenetelmät ja työsuoritusten laadun täyttymisen toteamistavat. Korjaustyön toteuttavalla urakoitsijalla on velvollisuus suorittaa korjaustyö laadittujen suunnitelmien mukaisesti ja tarvittaessa informoida suunnittelijaa tilanteista, joissa urakoitsijan kokemuspohjaisen tiedon pohjalta voidaan epäillä, että aiotulla ratkaisulla ei päästä halut-

tuun lopputulokseen. Korjaushankkeissa olisikin tärkeää, että suunnittelijan ja urakoitsijan välillä tapahtuisi vastavuoroista ja ratkaisuhakuista keskustelua sekä palautteen antamista. Edellä mainituista syistä johtuen on välttämätöntä, että korjaushankkeen vastaava suunnittelija ja urakoitsija omaavatkin ennestään riittävästi kokemusta samantapaisista korjaushankkeista, jotta ratkaisujen mahdollisesti sisältämät ongelmat ja riskit havaitaan ja tiedostetaan aina etukäteen.

Koska korjaushankkeet ovat vain ajoittaisia toimenpiteitä rakennuksille, on suuri vastuu rakenteiden kunnosta ja säilyvyydestä myös kiinteistönomistajien ja -hoidon vastuulla. Betonilattioita käsittelevässä kirjallisuudessa ohjeistetaan tekemään lattialle silmämääräistä tarkastelua kolmen kuukauden välein ja tarkempi kuntoarvio vuotuisesti. Pysäköintilaitoksissa tarkasteltavaa pinta-alaa saattaa olla huomattavan suuri määrä, jolloin kiinteistönhoidon tekemän tarkkailun tulisi olla jatkuvaa esimerkiksi vedenpoiston tukkeutumisten varalta tai mikäli ajoneuvot kolhivat pystyrakenteita. Myös puhtaanapitoa tulisi toteuttaa riittävän usein, sillä lattioille kerääntyvä pöly ja roska haittaavat rakenteiden kunnan tarkkailua, mutta saattavat myös tehostaan pinnan kulumista kulutustestien hioma-aineen tavoin.

Diplomityöhön liittyvien pysäköintirakennusten kohdekatselmusten yhteydessä havainnoitiin pintamateriaalien käyttöä ja toimintaa suomalaisissa pysäköintilaitoksissa ja kerättiin lisää tietoa tehdyn kyselytutkimuksen ja aiemman aihetta käsittelevän kirjallisuustiedon täydentämiseksi. Työn tutkimisessa osioissa tehtyjen havaintojen perusteella kovabetonipinnan arvioitiin olevan raskaasti kuormitetuissa pysäköintitiloissa järkevin vaihtoehto, joskin rakenteen käyttöikä voi kovimmillakin materiaaleilla olla erittäin vilkkaasti käytetyssä kohteessa parin vuoden luokkaa. Kovabetonipinta on kuitenkin tehokkain tapa suojata alusrakenteita ulkoisilta rasitustekijöiltä sen tiiviyden tavanomaista pinnoitusta suuremman kerrospaksuuden takia. Kevyempien kovan kulutusluokan pinnoitteiden käyttö voi olla kuitenkin kokonaistaloudellisesti edullisempaa, mikäli pintabetoni muuten on riittävän tiivis ja pintaa voidaan korjata tarvittaessa tiheämmällä aikavälillä.

Kiinteistön ylläpidon kannalta paras vaihtoehto olisi suorittaa paikallisia korjauksia heti vaurioita havaittaessa, jolloin vaurioitumisen leviäminen on vielä hallittavissa ja voidaan pitempään välttyä tekemästä koko pinnan uusivia raskaita korjaustoimia. Yksittäisten korjausten suorittaminen häiritsee tilojen käyttöä vähemmän verrattuna siihen, että joudutaan sulkemaan suurempi alue kauttaaltaan vaurioituneen pinnan uusimiseksi. Tämän vuoksi tilojen jatkuva tarkkailu ja kiinteistönpidon valvottavuus voi säästää kiinteistönomistajan varoja.

Pysäköintilaitosten lattiapintojen ylläpito onkin jatkuvaa toimintaa, joissa kuluu osaa huolletaan sekä vaihdetaan tarpeen mukaan. Teknisesti suurimmaksi haasteeksi muodostuva riittävän kulutuskestävyyden saavuttaminen erityisesti Suomen vilkkaimmin liikennöidyissä pysäköintilaitoksissa ja niiden raskaimmin rasitetuilla osilla vaatisi lisää käyttökokemuksia ja ratkaisuissa nähtäisiin olevan vielä kehitettävää myös tulevaisuudessa. Mikäli materiaalien kestävyys nastarengaskulutuksen seurauksena tällaisissa paikoissa

ylittyy kerta toisensa jälkeen, voitaisiin ratkaisua lähteä hakemaan esimerkiksi ajokäyt-täytymisen ja -geometrian paremmasta hallinnasta pysäköintiloissa. Ajogeometrian pa-rantaminen on kuitenkin siinä määrin haasteellista, että tilojen tehokkaan käytön kannalta esimerkiksi ajoratojen kaarteet pyrkivät usein muodostumaan jyrkiksi. Myös kaikkein ko-vimpien materiaalien käyttäminen kokeilumielessä on kiinteistönomistajille kallista, mutta riskien minimointia voitaisiin tehdä erityisen huolellisilla esiselvityksillä, työvai-hekohtaisella suunnittelulla ja tarkalla työsuoritteiden laadunvalvonnalla.

Diplomityön aihepiiriin liittyvää jatkotutkimusta voitaisiin tehdä esimerkiksi kartoitta-malla laajemmin eri kulutuskestävyysluokkien kovien pintamateriaalien kulutuskestä-vyyden toteutumista käytännössä. Pintamateriaalien koestamiseen voitaisiin myös kehit-tää nastarengaskulutusta vastaavaa testausmenetelmä. Testilaitteisto voitaisiin kehittää esimerkiksi siten, että koestettavasta materiaalista valmistettua lieriötä ja nastarengasta pyöritettäisiin toisiaan vastaan ja laitteistolla voitaisiin simuloida erilaisia tason kalte-vuuksia pyörimisvastusta lisäämällä ja kaarteiden säteitä renkaan kulmaa säätämällä.

LÄHTEET

- [1] Rakennustietosäätiö RTS, RT-98 11237 Pysäköintilaitokset, Rakennustieto Oy, 2016, 16 s.
- [2] Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry, RIL K147-1992 Pysäköintilaitosten suunnittelu ja rakentaminen, Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL, Helsinki 1992, 159 s.
- [3] D2 Suomen Rakentamismääräyskokoelma 2012, Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto, Määräykset ja ohjeet 2012, Ympäristöministeriö, Helsinki, 2012, 30 s. Saatavissa: https://www.finlex.fi/data/normit/37187-D2-2012_Suomi.pdf (Viitattu 11.1.2018)
- [4] Rakennustuoteteollisuus RTT, Paikallavalurakentaminen Osa 3 Paikallavalurakenteiden suunnittelu, RTT, Helsinki 1995
- [5] Suomen betoniyhdistys r.y., by45/BLY7 Betonilattiat 2018, BY-Koulutus, Helsinki, 2018, 198 s.
- [6] J. Mattila, by56 Teräskuitubetonirakenteet 2011, BY-koulutus, Helsinki, 2011, 105 s.
- [7] P. Lumme, Kuitubetonin käyttö lisääntyy rakenteissa - jopa kantavissa rakenteissa, Betoni 3/2008, s. 72-77
- [8] J. Punkki, H. Räisänen, by68 Betonin valinta ja käyttöikäsuunnittelu: Opas suunnittelijoille 2016, BY-koulutus, Helsinki, 2017, s. 95 s.
- [9] Suomen betonilattiyhdistys BLY ry., BLY 16 Suunnittelu- ja työohje kuiva-sirotteiden käyttämisestä betonilattioissa, Suomen betonilattiyhdistys, 2013, 28 s. Saatavissa: <http://www.bly.fi/File/BLY16.pdf?rnd=1390297845> (Viitattu 2018)
- [10] K. Koskipää, Pysäköintilaitosten korjaustarpeiden arviointi, Tampereen Ammattikorkeakoulu, Tampere, 2017, 55 s.
- [11] M. Matsinen, Pysäköintihallien lattiakorjaukset, Betoni 4/2017, s. 76-81
- [12] M. Matsinen, Betonilattioiden korjaamisesta, Betoni 2/2012, s. 56-63

- [13] Betoniteollisuus ry, Arkkitehtisuunnittelu, lattiat, suojaus ja pölynsidonta, <http://betoni.com/arkkitehtisuunnittelu/arkkitehtisuunnittelu/lattiat/suojaus-ja-polyinsidonta/> (Viitattu 4.1.2018)
- [14] A. Köliö, T. Pakkala, J. Lahdensivu ja M. Pentti, by 41 Betonirakenteiden korjausohjeet 2016, Suomen betoniyhdistys ry, Helsinki, 2016. 115 s.
- [15] Suomen betoniyhdistys ry, by54/BLY12 Betonilattioiden pinnoitusohjeet 2010, Suomen betoniyhdistys, Helsinki, 2010, 64 s.
- [16] Suomen säädöskokoelma 848/2017, Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta, Ympäristöministeriö, Helsinki, 2017, 23 s. Saatavissa: <https://www.ym.fi/download/noname/%7B66288BFB-A697-4FCB-B602-CE0316F2C37B%7D/134002> (Viitattu 14.2.2019)
- [17] PiiMat Oy, Kulutuslattian Neodur HE2-korjaus, PiiMat, Saatavissa: <http://piimat.putteripro.fi/datafiles/userfiles/onet/file/KulutuslattianHE2korjaus.pdf> (Viitattu 10.4.2018)
- [18] M. Matsinen, Betonilattiat osa 3 - Design-lattiat, Betoni 2/2009, s. 50-55
- [19] Suomen Betoniyhdistys r.y., BY 45 / BLY 7 Betonilattiat 2014, Helsinki, 2014, 183 s.
- [20] S. Kuisma ja J. Luoma, Talvirenkaiden valintakriteerit, Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi, 2018, 29 s. Saatavissa: https://www.trafi.fi/filebank/a/1517920134/6c8280306841494e9bea5d3b20895620/29403-Trafi_05_2018_Talvirenkaiden_valintakriteerit_2.pdf (Viitattu 20.12.2018)
- [21] K. Laukkanen & T. Unhola, Ajoharjoitteluratojen liukasaluetutkimus Laboratorio- ja kenttäkokeet 2000, Valtion Teknillinen Tutkimuskeskus, Espoo, 2001, 58 s. Saatavissa: <https://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2001/T2079.pdf> (Viitattu 11.12.2017)
- [22] A. Lampinen, Kestopäällysteiden urautuminen, Valtion Teknillinen Tutkimuslaitos, Espoo, 1993, 166 s.
- [23] SFS-EN 13892-3:2014 Methods of test for screed materials. Part 3: Determination of wear resistance. Böhme, Suomen Standardisoimisliitto SFS, Helsinki, 2015, 10 s.

- [24] Suomen Betoniyhdistys r.y., Betonin kutistuman ja halkeilun hallinta 2016, BY-koulutus, Helsinki, 2016, 70 s.
- [25] Suomen betoniyhdistys r.y., by201 Betonitekniikan oppikirja 2004, BY-koulutus, Helsinki, 2004, 570 s.
- [26] M. Pentti, J. Mattila, J. Lahdensivu & M. Haukijärvi, Betonijulkisivun kuntotutkimus 2002, Suomen betoniyhdistys, Helsinki, 2002, 178 s.
- [27] E1 Suomen Rakentamismääräyskokoelma, paloturvallisuus, määräykset ja ohjeet 2011, Ympäristöministeriö, Helsinki, 2011, 43 s. Saatavissa: https://www.finlex.fi/data/normit/37126-E1_2011-fi.pdf (Viitattu 9.1.2018)
- [28] BOVERKETS FÖRFATTNINGSSAMLING BFS 2011:6 BBR 18, Boverket, 2011, 106 s. Saatavissa: <https://rinfo.boverket.se/BBR/PDF/BFS2011-6-BBR18.pdf> (Viitattu 17.12.2018)
- [29] PiiMat Oy, Flexcrete betonikorjausohjeet, PiiMat, 2014, 4 s. Saatavissa: <http://www.bermanto.fi/application/files/2814/8767/8933/Flexcrete-betonikorjausohjeet.pdf> (Viitattu 18.4.2018)
- [30] Bermanto Oy, Tuotteet, betonilattiat, saumaraudoitteet, <http://www.bermanto.fi/tuotteet/betonilattiat/saumaraudoitteet> (Viitattu 19.4.2018)
- [31] PiiMat Oy, Permaban korjaussaumaraudoite ohje, PiiMat, 2009, 2 s. Saatavissa: <http://piimat.putteripro.fi/datafiles/userfiles/onet/file/PermabanKorjaussaumaraudoite.pdf> (Viitattu 19.4.2018)
- [32] PiiMat Oy, Koromineral-silikaattikäsittely ohje, PiiMat, 2011, 2 s. Saatavissa: <http://piimat.putteripro.fi/datafiles/userfiles/ajankohtaista/Koromineral2011.pdf> (Viitattu 19.4.2018)
- [33] Lindec Suomi Oy, Lindec tuotekatalogi, Lindec Suomi, 49 s. Saatavissa: http://www.lindec.fi/userData/52735/tiedostot/lindec_materials_program-fin.pdf (Viitattu 19.4.2018)
- [34] PiiMat Oy, Cemprotec E-Floor Työohje, PiiMat, 2 s. Saatavilla: <http://www.bermanto.fi/application/files/5414/8767/8895/TO-Cemprotec-E-Floor.pdf> (Viitattu 10.4.2018)

- [35] PiiMat Oy, NEODUR HE65 -kovabetonipintaushje, PiiMat, 1 s. Saatavissa: <http://www.bermanto.fi/application/files/8514/8767/8876/NeodurHE65.pdf> (Viitattu 18.4.2018)
- [36] Master Chemicals Oy, Masterdur FL 135 ohje, Master Chemicals, 2 s. Saatavissa: <https://master-chemicals.fi/wp-content/uploads/Masterdur-FL135-4.pdf> (Viitattu 7.1.2019)
- [37] M. Matsinen, Pysäköintihallin lattia - korjauspintaushje, PiiMat, 2011, 2 s. Saatavilla: <http://piimat.putteripro.fi/datafiles/userfiles/onet/file/ParkkihallinlattiakorjausHE65.pdf> (Viitattu 5.5.2018)
- [38] NSW Government Transport Roads & Maritime Services, Technical Guide: Grinding Concrete Pavements, NSW Government, 2016, 28 s. Saatavilla: <https://www.rms.nsw.gov.au/business-industry/partners-suppliers/documents/guides-manuals/p-g-003.pdf> (Viitattu 25.2.2018)
- [39] J. Komonen, Betonirakenteiden korjaaminen, Esikäsittelyt ja laastipaikkauksen periaatteet kurssimateriaali, Contesta, 2018, Saatavilla: http://www.betoniyhdistys.fi/media/kurssimateriaalia/bkrf-2018/6_korjauskurssi-2018-esikasittelyt_komonen.pdf (Viitattu 3.2.2019)
- [40] J. Lahdensivu, A. Köliö, T. Pakkala ja J. Koskinen, by42 Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, Suomen Betoniyhdistys, Helsinki, 2013, 163 s.
- [41] Liikennevirasto Taitorakenneyksikkö, SILKO 1.233 Betonirakenteet, Halkeamien korjaaminen - yleiset laatuvaatimukset, Liikennevirasto, 2016, 51 s. Saatavissa: <https://julkaisut.vayla.fi/sillat/silko/kansio1/s1233.pdf> (Viitattu 17.12.2018)
- [42] L. Vilenius, Pysäköintilaitosten betonirakenteiden välipohjien yläpintojen rakenteelliset korjaukset, Tampereen teknillinen yliopisto, Tampere, 2017, 111 s.
- [43] Rakennustieto Oy, Rakennesuunnittelun tehtäväluettelo RAK12, Rakennustieto, 2013, 28 s.
- [44] Rakennustietosäätiö RTS, Suomen toimitila- ja rakennuttajaliitto RAKLI Oy, YSE 1998 Rakennusalan yleiset sopimusehdot, Rakennustieto, 1998 20 s.

- [45] K. Hellén, Betonilattiat, käsittelystä ja hoidosta, PiiMat, 2012, 7 s. Saatavissa: <http://www.bly.fi/File/2012-8Hellen8.pdf?rnd=1356604255> (Viitattu 21.12.2018)
- [46] PiiMat Oy, Betonilattioiden hoito-ohjeet, PiiMat, 2013, 5 s. Saatavilla: <http://piimat.putteripro.fi/datafiles/userfiles/Esitteet/BetonilattioidenHoito.pdf> (Viitattu 21.12.2018)

LIITE A

Pysäköintihallien lattiakorjaukset

Vastaukset käsitellään ainoastaan tutkimuksen tekijän ja ohjaajien toimesta, eikä kohteiden nimiä tai osoitteita mainita työssä. Kyselyiden perusteella pyritään saamaan selville kohteita, joissa pintamateriaalien toimintaa voidaan empiirisesti tutkia.

Vastatkaa kyselylomakkeeseen niin, että käsittelette siinä vain yhtä korjauskohdetta. Toivon kuitenkin, että vastaisitte kyselyyn useamman kuin yhden kohteen osalta. Mikäli teillä ei ole nopeasti saatavilla vastausta johonkin kysymykseen, voitte kirjoittaa kohtaan "Ei tiedossa".

Vastauksen lisäksi toivoisin, että lähettäisitte minulle sähköpostilla korjauskohteissa käytettyjen materiaalien työohjeet, joita käytetään diplomityössä korjaustapaohjeiden laatimisen pohjana.

1. Korjauskohteen yleistiedot

1. 1 Kyselyn vastaaja ja yritys

2. 2. Kohteen nimi ja osoite

3. 3. Rakennuksen valmistumisvuosi

4. 4. Korjaustyön vuosi

5. 5. Korjauksen suunnittelija

6. 6. Korjauksen toteuttaja

2. Korjauksen lähtökohdat

7. 7. Pysäköintirakennuksen tyyppi

Check all that apply.

	Lämmin pysäköintitila	Kylmä pysäköintitila
Paikallavaletut tasorakenteet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Elementtirakenteiset tasorakenteet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

8. 8. Vanhat pintamateriaalit

Check all that apply.

	Sisäänajoramppi	Rampit	Kulunvalvontapaikat	Ajoradan mutkat	Ajoradan suorat	Pysäköintiruudut
Käsittelemätön betoni	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sirotepinta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sementtipinnoite	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Polymeeripinnoite	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Silikaatti	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kovabetoni	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

9. Muu pintamateriaali ja sen sijainti rakennuksessa?

10. 9. Lattian korjaustarpeen aiheuttajat*Check all that apply.*

- ☐ Kulumisurat
- ☐ Lattiapintojen kaadot
- ☐ Halkeilu
- ☐ Saumojen vaurioituminen
- ☐ Pölyäminen
- ☐ Liukkaus
- ☐ Kantavien rakenteiden suojaamistarve
- ☐ Other: _____

11. 10. Miten korjaustarve tuli ilmi?

3. Korjaustyö ja tuotteet**12. 11. Korjatut alueet ja käytetty tuoteryhmä***Check all that apply.*

	Sisäänajoramppi	Rampit	Kulunvalvontapaikat	Ajoradan mutkat	Ajoradan suorat	Pysäköintiruudut
Paikkauslaasti	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kuivasirote	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sementtipinnoite	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Polymeeripinnoite	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Silikaatti	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kovabetoni	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

13. Muu korjausmateriaali ja sen käyttökohde?

14. 12. Korjauksen olosuhteet, työvaiheet ja käytetyt työohjeet

15. Kenen laatimat työohjeet olivat?*Check all that apply.*

- ☐ Rakennesuunnittelija
☐ Materiaalitoimittaja

16. 13. Miten korjaustyö vaiheistettiin sekä ajoitettiin ja kuinka pian korjattu alue voitiin ottaa käyttöön?

17. 14. Miten korjaustyön laatu varmistettiin?

18. 15. Erityishuomiot korjauksesta tai materiaaleista

19. 16. Suuntaa antava hintaluokka korjaukselle (montako euroa korjattua neliötä kohti)

20. 17. Mikä on korjauksen suunniteltu käyttöikä ja onko lattioille suunniteltu huolto- tai ylläpitotoimenpiteitä?

LIITE B

BLY:n jäsenliikkeet, jotka ovat olleet mukana projektissa:

Bermanto Oy

Bermanto Oy on suomalainen betonilattiaurakoitsija, jonka palveluvalikoimaan kuulu lattioiden kokonaisvaltainen rakentaminen suunnitteluineen. Lisäksi Bermanto Oy toimittaa rakennusmateriaaleja uusien lattioiden toteutukseen tai vanhojen korjauksiin kuitubetonista kovabetoniin.

www.bermanto.fi

Finnsementti Oy

Finnsementti Oy tuottaa kotimaista sementtiä Paraisilla ja Lappeenrannassa ja tekee työtä sementtitekniologian kehityksen parissa. Sementtien lisäksi yrityksen tuotevalikoimaan kuuluvat kuonajauhe, erilaiset betonin seos- ja lisäaineet sekä kivirouheet.

www.finnsementti.fi

Lindec Suomi Oy

Lindec Suomi Oy toimittaa koko Suomen alueelle Ruotsalaisen Ab Lindecin tuotteita, joihin kuuluvat lattiamateriaalit kovabetoneista pinnankovettimiin sekä betonilattioiden pesuaineet. Lattiamateriaalien lisäksi yrityksen valikoimaan kuuluvat betonilattioiden valmistamiseen tarvittavat koneet.

www.lindec.fi

Lujabetoni Oy

Lujabetoni Oy on perinteikäs suomalainen betoniteollisuusyritys, joka palvelee sekä ammatti- että omakotirakentajia. Yrityksen toimialaan kuuluvat betonielementit sekä betonituotteet infraan ja maatalouteen, minkä lisäksi Lujabetonilta löyty valmisbetoneita eri käyttötarkoituksiin.

www.lujabetoni.fi

Master Chemicals Oy

Master Chemicals Oy toimii betonilattioiden pinnoitteiden sekä betonin laadunparannus- ja suoja-aineiden maahantuoja. Materiaalitoimituksen lisäksi yritys tarjoaa tuotteidensa osalta kokonaisratkaisut suunnittelijoille sekä betoni- ja rakennusliikkeille.

www.master-chemicals.fi

Ruskon Betoni Oy

Ruskon Betoni Oy on kotimainen valmisbetonituotteita valmistava perheyritys. Tämän lisäksi yritys tarjoaa myös valmisbetoniin liittyviä palveluita, kuten siirrettävät projekti-tehtaat, joita on käytetty esimerkiksi vesivoimahankkeissa.

www.ruskonbetoni.fi

Suomen Akryylipinnoite Oy

Suomen Akryylipinnoite Oy on betonilattioiden pinnoitustöihin erikoistunut urakointiyri-tys, jolta löytyy tarvittavat resurssit lähes kaikkien betonin pinnoitustyöhön liittyviin pal-veluihin. Uusien pinnoitteiden ja niiden vaatimien pohjatöiden lisäksi yrityksen palvelui-hin kuuluvat myös vanhojen pintamateriaalien ja pinnoitteiden poisto.

www.suomenakryylipinnoite.fi

Suomen Betonilattiat Oy

Suomen Betonilattiat Oy on betonilattiaurakoitsija, joka tarjoaa myös muita lattiatöihin liittyviä palveluita. Yrityksellä on kalusto, joka mahdollistaa myös vanhojen lattioiden hionnat ja jyrsinnät, sekä korjaukset ja pinnoitustyöt.

www.suomenbetonilattiat.fi

TKR Marketing Oy

TKR Marketing Oy tarjoaa kotimaisen innovaation tuloksena syntyneitä kasviöljypohjai-sia polymeeripinnoitteita. Alun perin putkipinnoitteeksi suunniteltua elastista TKR pin-noitetta voidaan lattioiden lisäksi käyttää esimerkiksi vedeneristämiseen ja teräsrakentei-den korroosiosuojaukseen.

www.tkr.fi